

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

03500.016096



C of C
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent of:

YASUYUKI MIYAOKA

Appln. No.: 10/043,148

Filed: January 14, 2002

For: METHOD FOR ANNEALING DOMAIN
WALL DISPLACEMENT TYPE
MAGNETOOPTICAL RECORDING
MEDIUM

U.S. Patent No.: 6,716,489 B2

Issued: April 6, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

)
: Examiner: Bernard Pianalto

)
: Group Art Unit: 1762

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

)
:

Certificate

JUN 29 2004

of Correction

June 23, 2004

CERTIFICATE OF CORRECTION
UNDER RULE 322

Sir:

It is respectfully requested that a Certificate of Correction be issued by the Patent and Trademark Office due to an error which appears in the printed patent as a result of Patent and Trademark Office mistakes. Two references properly made of record were not listed in the References Cited portion, (56). A Certificate of Correction form, in duplicate, is enclosed.


Enclosed is a copy of a return card stamped by the PTO mailroom to show receipt on January 23, 2004 of an Information Disclosure Statement (copy enclosed) listing the citations an issue. A copy of a check for \$180.00 showing that it had been cashed by the PTO is also enclosed

29 JUN 2004

which covered the submission fee. It should be noted that a proper statement under 35 CFR § 1.97(e) was made.

Patentee's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Patentee
Registration No. 74947

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

434799v1

Staple
Here
Only!

PRINTER'S TRIM LINE

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
CERTIFICATE OF CORRECTION

PATENT NO. : US 6,716,489 B2

DATED : April 6, 2004

INVENTOR(S) : YASUYUKI MIYAOKA

Page 1 of 1

It is certified that error appears in the above-identified patent and that said Letters Patent is hereby corrected as shown below:

ON THE COVER PAGE AT (56) FOREIGN PRIORITY DOCUMENTS

Insert:	--JP	11-273170	10/1999
	JP	11-339340	12/1999--.

MAILING ADDRESS OF SENDER:

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
(212) 218-2100 - Telephone
(212) 218-2200 - Facsimile

PATENT NO. US 6,716,489 B2

No. of add'l. copies
@ 30¢ per page

Form PTO 1050 (Rev. 3-82)

434799V1



29 JUN 2004

03500.016096



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent of:)	
	:	Examiner: Bernard Pianalto
YASUYUKI MIYAOKA)	
	:	Group Art Unit: 1762
Appln. No.: 10/043,148)	
	:	
Filed: January 14, 2002)	
	:	
For: METHOD FOR ANNEALING DOMAIN)	
WALL DISPLACEMENT TYPE	:	
MAGNETOOPTICAL RECORDING)	
MEDIUM	:	
)	
U.S. Patent No.: 6,716,489 B2	:	
)	
Issued: April 6, 2004	:	June 23, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

LETTER CALLING ATTENTION TO ERRORS IN PATENT

Sir:

The following minor errors have been noted in the above-mentioned patent:

ON COVER PAGE AT (57) ABSTRACT

Line 6, "a converged light beam" should be deleted.

COLUMN 1

Line 43, "s" should read --a--.

COLUMN 2

Line 52, "FIG. 11A." should read --FIG 11A).

COLUMN 3

Line 19, "a converged light beam" should be deleted; and

Line 65, "a view" should read --views--.

COLUMN 4

Line 8, "material" should read --material,--.

COLUMN 5

Line 17, "which reflected" should read --which is reflected--;

Line 21, "a" (third occurrence) should be deleted;

Line 28, "resultants" should read --results--; and

Line 52, "to" should be deleted.

COLUMN 6

Line 7, "case," should read --case of--;

Line 25, "but" should be deleted;

Line 44, "later" should read --latter--; and

Line 51, "an" should read --a--.

COLUMN 8

Line 51, "low." should read --low--; and "Table 1)" should read
--(Table 1).--; and

Line 52, "the method" should read --methods--.

These errors appear to be relatively insignificant and, therefore, we do not believe it is necessary to request a Certificate of Correction. However, it is requested that this paper be placed in the filewrapper of the above-identified patent.

Patentee's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Patentees

Registration No. 24947

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

434799v1



Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date 1/23/2004
Mo. Day Yr.
Atty. Docket 03500, 016096
Application No. 10/043,148

Sir:

Kindly acknowledge receipt of the accompanying:

- ☐ Response to Official Action. _____
- ☒ Check for \$ 180.00 IDS fee _____
- ☐ Petition under 37 CFR 1.136 and Check for \$ _____
- ☐ Notice of Appeal and Check for \$ _____
- ☒ Information Disclosure Statement, PTO-1449 and Two documents
- ☐ Claim for priority and certified copies of _____ priority applications
- ☐ Issue fee transmittal and Check for \$ _____
- ☐ Other (specify) _____

by placing your receiving date stamp hereon and returning to deliverer.

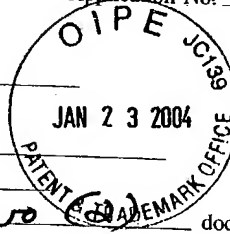
Atty. PS/ln

Due Date 2/10/04

Mo. Day Yr.

By hand

FOHS-D-00



'0008'0000'

U.S. TREASURY

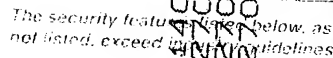
6 1 2 1 5

28 04

[illegible]

0321066821 RU
PAID
01/30/44 078

44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52



Security Features:

Unprinted Goods:

Jerome Sarno

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$
$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\pi} = 1$$

• *Staphylococcus aureus* 1000

[illegible]

* Small type in the borders indicates
as dotted line when photocopying.

* *hier*: handle the 15-*u*wen case

* these are the dimensions of the paper

* *For a full list of products, see the back cover of this issue.*

11

100-443887-2

the degree mark of Cuzco is a...

1

20

Client:03500 - Okabe International Patent Office 6/14/2004 1:23:17 PM

Date	Initials	Name / Invoice Number	Code	Quantity	Rate	Amount	Description
01/22/2004	00110	Peter Saxon	1201	1.00	180.00	180.00	INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT PTO -
02/01/2004		Invoice=287406		1.00	180.00	180.00	- VENDOR:COMMISSIONER OF PATENTS AND
		Voucher=123053 Paid					Vendor=COMMISSIONER OF PATENTS AND Balance=.00 Amount=
							180.00
							Paid: 114443 01/22/2004
		BILLED TOTALS: WORK:				180.00	1 records
		BILLED TOTALS: BILL:				180.00	
		GRAND TOTAL: WORK:				180.00	1 records
		GRAND TOTAL: BILL:				180.00	



03500.016096

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
YASUYUKI MIYAOKA)	Examiner: Bernard D. Pianalto
Application No.: 10/043,148)	Group Art Unit: 1762
Filed: January 14, 2002)	
For: METHOD FOR ANNEALING)	
DOMAIN WALL)	
DISPLACEMENT TYPE)	
MAGNETO-OPTICAL RECORDING)	
MEDIUM)	January 22, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Sir:

In compliance with the duty of disclosure under 37 C.F.R. § 1.56 and in accordance with the practice under 37 C.F.R. §§ 1.97 and 1.98, the Examiner's attention is directed to the documents listed on the enclosed Form PTO-1449. Copies of the listed documents are also enclosed. A copy of a Korean Office Action for the corresponding Korean patent application is also enclosed. A machine translation of JP 11-339340 is also provided.

The concise explanation of relevance for the non-English documents is found in the abstract attached to each.

STATEMENT UNDER 37 C.F.R. § 1.97(e)

Each item of information in this information disclosure statement was first cited in a communication from a foreign Patent Office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing date of this Statement.

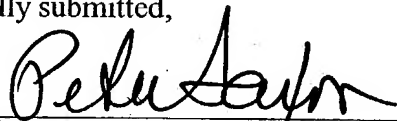
CONCLUSION

It is respectfully requested that the above information be considered by the Examiner and that a copy of the enclosed Form PTO-1449 be returned indicating that such information has been considered.

We also enclose a check for the required fee of \$180.00 to cover the Information Disclosure Statement under 37 C.F.R. 1.97(c)(2).

Applicant's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



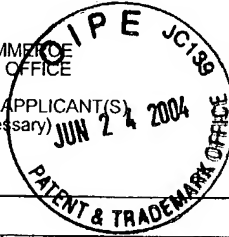
Attorney for Applicant

Registration No. 24947

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200

402577

FORM PTO 1449 (modified)

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
PATENT AND TRADEMARK OFFICELIST OF REFERENCES CITED BY APPLICANT(S)
(Use several sheets if necessary)ATTY DOCKET NO.
03500.016096APPLICATION NO.
10/043,148APPLICANT
YASUYUKI MIYAOKAFILING DATE
January 14, 2002GROUP
1762

U.S. PATENT DOCUMENTS

*EXAMINER INITIAL	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE IF APPROPRIATE

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

	DOCUMENT NUMBER	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS	TRANSLATION YES/NO/ OR ABSTRACT
	JP	11-273170	10/99			Abstract
	JP	11-339340	12/99			Abstract

OTHER DOCUMENT(S) (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

EXAMINER

DATE CONSIDERED

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609; Draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

Sheet 1 of 1

発送日付：2003.11.28.

提出期日：2004.01.28.

特 許 庁
意見提出通知書

出 願 人 キヤノン株式会社

代 理 人 慎重勲 外 1 名
大韓民国 SEOUL 特別市 瑞草区 瑞草4洞 1678-2 東亞Villart 2 Town 302号

出願番号 10-2002-0002423

発明の名称 METHOD FOR ANNEALING DOMAIN WALL DISPLACEMENT TYPE
MAGNETO-OPTICAL DISC AND MAGNETO-OPTICAL DISC

この出願に対する審査の結果、下記のような拒絶理由があるので、特許法第63条の規定によりこれを通知しますから、意見があるとか補正を要する場合には、上記提出期日までに意見書[特許法施行規則別紙第25号の2書式]又は／及び補正書[特許法施行規則別紙第5号書式]を提出されたい(上記提出期日に対して、毎回1月単位で延長を申請することができ、この申請に対し別途の期間延長承認の通知は行いません)。

【理由】

この出願の特許請求の範囲の請求項1乃至13に記載された発明は、その出願前にこの発明の属する技術分野における通常の知識を有する者が下記に指摘したものに基づいて容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

【記】

本願の請求項1乃至13は、磁壁移動型光磁気ディスクをアニールする方法及び磁壁移動型光ディスクに関するもので、これは、日本公開特許公報11-273170号(1999.10.8.公開、以下、引用発明1)に情報記録媒体のアニール方法に関する技術と、日本公開特許公報11-339340号(1999.12.10.公開、以下、引用発明2)に記録装置、記録方法及び光磁気記録媒体に関する技術が記載されているところ、本願の基板上に磁性層を堆積する段階と、情報トラック間に磁界を印加し、収束された光ビームで磁性層をアニールしながら、光ビームで磁性層を照射する段階とを含む光磁気記録媒体の製造方法は、引用発明1の磁性層を含む光磁気記録媒体に形成されたトラック間に集光された光ビームを磁性層に照射する情報記録媒体のアニール方法に対応し、

本願の磁壁移動層、メモリ層、磁壁移動層とメモリ層との間に形成され、磁壁移動層と、メモリ層よりも低いキュリー温度を有するスイッチング層とからなる光磁気ディスクの構成は、引用発明2の移動層、スイッチング層、メモリ層とから積層され、スイッチング層は、移動層とメモリ層よりも低いキュリー温度を有することを特徴とする記録媒体に対応するもので、本願は、引用発明1、2の構成に基づいて当業者水準で容易に導出することができるものである。ただし、本願でアニール方法における磁界を印加することにおいて多少差異があるが、本願の磁界手段の追加は、当業者水準で単に付加可能なもので、これによる作用効果もまた容易に予測可能であるものである。よって、本願は、上記引用発明らの構成に基づいて当業者水準で容易に発明をすることができたものである。

[添付]

添付1 日本公開特許公報11-273170号(1999.10.08.) 1部

添付2 日本公開特許公報11-339340号(1999.12.10.) 1部

2003.11.28.

特許庁

係長	擔當	部	長	擔當部長	秘書部長	所

担当者 三浦 隆

발송번호 : 9-5-2003-047402859 수신 : 서울 서초구 서초4동 1678-2 동아빌라트2
 발송일자 : 2003.11.28 타운 302호
 제출기일 : 2004.01.28 신중훈 귀하
 137-882

특허청 의견제출통지서

출원인 명칭 캐논 가부시끼가이샤 (출원인코드: 519980959073)
 주소 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고
 대리인 성명 신중훈 외 1 명
 주소 서울 서초구 서초4동 1678-2 동아빌라트2타운 302호
 출원번호 10-2002-0002423
 발명의 명칭 자벽이동형 광자기디스크를 어닐링하는 방법 및 자벽이동형 광자기디스크

이 출원에 대한 심사결과 아래와 같은 거절이유가 있어 특허법 제63조의 규정에 의하여 이를 통지 하오니 의견이 있거나 보정이 필요할 경우에는 상기 제출기일까지 의견서[특허법시행규칙 별지 제 25호의2서식] 또는/및 보정서[특허법시행규칙 별지 제5호서식]를 제출하여 주시기 바랍니다. (상기 제출기일에 대하여 매회 1월 단위로 연장을 신청할 수 있으며, 이 신청에 대하여 별도의 기관연장 승인통지는 하지 않습니다.)

[이유]
 이 출원의 특허청구범위 제1항 내지 제13항에 기재된 발명은 그 출원전에 이 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 아래에 지적한 것에 의하여 용이하게 발명할 수 있는 것이므로 특허법 제29조제2항의 규정에 의하여 특허를 받을 수 없습니다.

[아래]
 본원의 청구항 제1항 내지 제13항은 자벽이동형 광자기디스크를 어닐링하는 방법 및 자벽이동형 광자기 디스크에 관한 것으로, 이는 일본공개특허공보 11-273170호(1999.10.8 공개, 이하 인용발명 1)에 정보기록매체의 어닐링방법에 관한 기술과 일본공개특허공보 11-339340호(1999.12.10 공개, 이하 인용발명2)에 기록장치, 기록방법 및 광자기 기록매체에 관한 기술이 기재되어 있는바, 본원의 기판위에 자성층을 퇴적하는 단계와 정보트랙사이에 자계를 인가하고 집속된 광빔으로 자성층을 어닐링하면서 광빔으로 자성층을 조사하는 단계를 포함하는 광자기기록매체의 제조방법은 인용발명1의 자성층을 포함하는 광자기기록매체에 형성된 트랙사이에 집광된 광빔을 자성층에 조사하는 정보기록매체의 어닐링방법에 대응되고, 본원의 자벽이동층, 메모리층, 자벽이동층과 메모리층 사이에 형성되고, 자벽이동층과 메모리층보다 낮은 쿨리온도를 가지는 스위칭층으로 구성된 광자기 디스크의 구성은 인용발명2의 이동층, 스위치층, 메모리층으로 적층되고, 스위치층은 이동층과 메모리층보다 낮은 쿨리온도를 갖는 것을 특징으로 하는 기록매체에 대응되는 것으로, 본원은 인용발명1,2의 구성으로부터 당업자수준에서 용이하게 도출해 낼 수 있는 것입니다. 다만, 본원에서 어닐링 방법에 있어서 자계를 인가하는 것에서 다소 차이가 있으나, 본원의 자계수단의 추가는 당업자수준에서 단순 부가가능한 것으로, 그로 인한 작용효과 또한 쉽게 예측가능한 것입니다. 따라서 본원은 상기 인용발명들의 구성으로부터 당업자수준에서 용이하게 발명할 수 있는 것입니다.

[참 부]
 첨부 1 일본공개특허공보 평11-273170호(1999.10.08) 1부
 첨부2 일본공개특허공보 평11-339340호(1999.12.10) 1부 끝.



DOCUMENT 1/1
DOCUMENT NUMBER
@: unavailable

DETAIL JAPANESE

1. JP,11-273170,A(1999)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-273170

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

G11B 11/10

(21)Application number : 10-077318 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.03.1998 (72)Inventor : YAMAMOTO MASAKUNI

(54) METHOD FOR ANNEALING INFORMATION RECORDING MEDIUM AND OPTICAL INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE USING THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED:

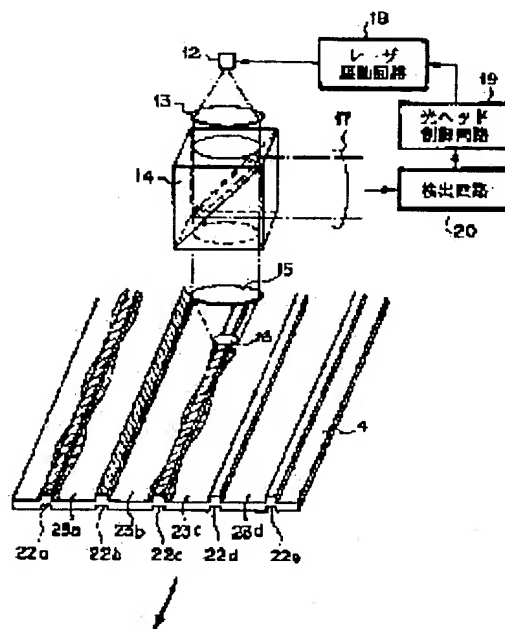
To provide an information recording medium annealing method capable of significantly improving recording density without losing recording capacity and an optical information

recording/reproducing device using the annealing method.

SOLUTION: Annealing processing 15 executed by scanning a gap between two information tracks on a magneto-optical disk 4 with an optical spot 16 of high temperature, and annealing width is changed by

modulating the optical intensity

of the optical spot 16 applied to the gap between the information tracks to scan it in accordance with prescribed information, so that the prescribed information in the gap between the information tracks is recorded. The prescribed information is a track number, a sector number, or a synchronizing clock pit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted

BACK

NEXT

MENU

SEARCH

HELP

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-273170

(43)公開日 平成11年(1999)10月8日

(51)Int.Cl.

G11B 11/10

識別記号

541

F1

G11B 11/10

541C

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-77318

(22)出願日 平成10年(1998)3月25日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 山本 昌邦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

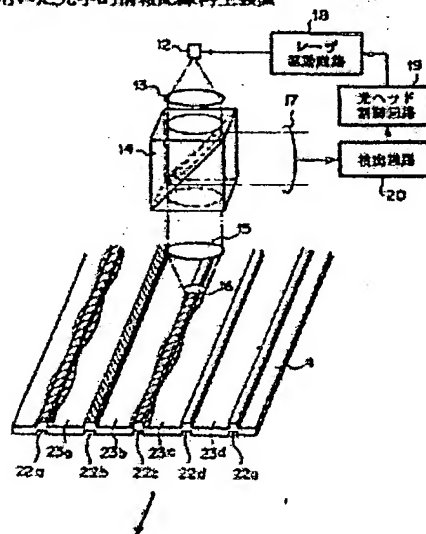
(74)代理人 弁理士 山下 横平

(54)【発明の名称】 情報記録媒体のアニール方法及びそれを用いた光学的情報記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 磁壁移動再生の場合、録密度はサブミクロンと高く、フリビッドによる情報の記録では、磁壁移動再生の録密度に比べ著しく低い。

【解決手段】 光磁気ディスク4の情報トラック間に高熱の光スポット16を走査することによりアニール処理を行い、且つ情報トラック間に走査する光スポットの光強度を所定の情報に応じて変調し、アニールする幅を変化させることによって情報トラック間に所定情報を記録する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報記録媒体の情報トラック間に高熱の光スポットを走査することによりアニール処理を行い、且つ前記情報トラック間に走査する光スポットの光強度を所定の情報に応じて変調し、アニールする幅を変化させることによって前記情報トラック間に所定の情報を記録することを特徴とする情報記録媒体のアニール方法。

【請求項 2】 前記所定情報は、トラック番号、セクタ番号または同期用クロックビットであることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録媒体のアニール方法。

【請求項 3】 前記光スポットの光強度の変調によるアニールと、一定パワーによるアニールを情報トラック間に交互に行うことを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録媒体のアニール方法。

【請求項 4】 光ヘッドから情報記録媒体の情報トラック上に光ビームを照射することによって情報を記録し、あるいは記録情報を再生する光学的情報記録再生装置において、前記光ヘッド内の光ビームを発する光源をアニール用の高熱の光スポットを発するように駆動する手段と、前記アニール用の光スポットを前記記録媒体の情報トラック間に走査する手段と、前記スポットの光強度を所定の情報に応じて変調し、アニールする幅を変化させることによって前記情報トラック間に所定の情報を記録する手段とを備えたことを特徴とする光学的情報記録再生装置。

【請求項 5】 前記所定情報は、トラック番号、セクタ番号、または同期用クロックビットであることを特徴とする請求項 4 に記載の光学的情報記録再生装置。

【請求項 6】 前記記録手段は、前記光スポットの光強度の変調によるアニールと、一定パワーによるアニールを情報トラック間に交互に行うことを特徴とする請求項 4 に記載の光学的情報記録再生装置。

【請求項 7】 情報の記録または再生時に前記記録媒体からの反射光を検出する光センサの出力から前記情報トラック間に記録された所定情報を示す包絡線信号を検出し、検出された包絡線信号に基づいて前記所定情報を再生する手段を備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の光学的情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、情報記録媒体をアニールする方法及びそれを用いた光学的情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、光磁気ディスクを記録媒体として用いた光磁気情報記録再生装置は、信頼性があること、記憶容量が大きいこと、消去書き換えが可能などにより、大きな期待が寄せられている。図6は従来の光磁気記録再生装置の光ヘッドを示す図である。図6において、36は光源である半導体レーザであり、半導

体レーザ36から射出された発散光束はコリメータレンズ37で平行化され、ビーム整形プリズム38で断面円形状の平行光束に修正される。この場合、互いに直交している直線偏光成分をP偏光、S偏光とし、この平行光束をP偏光の直線偏光（ここでは、紙面に平行方向の直線偏光とする）とする。このP偏光の光束は偏光ビームスプリッタ39に入射し、偏光ビームスプリッタの特性としては、例えばP偏光の透過率は60%、反射率は40%、S偏光の透過率は0%、反射率は100%である。偏光ビームスプリッタ39を透過したP偏光の光束は、対物レンズ40により集光され、光磁気ディスク41の磁性層上に微小光スポットとして照射される。また、この光スポット照射部に磁気ヘッド42からの外部磁界が印加され、磁性層上に磁区（マーク）が記録される。

【0003】 光磁気ディスク41からの反射光は、対物レンズ40を介して偏光ビームスプリッタ39に戻され、ここで反射光の一部が分離されて再生光学系へもたらされる。再生光学系では、分離光束を別に用意された偏光ビームスプリッタ43で更に分離する。偏光ビームスプリッタ43の特性としては、例えばP偏光の透過率は20%、反射率は80%、S偏光の透過率は0%、反射率は100%である。偏光ビームスプリッタ43で分離された一方の光束は、集光レンズ49を介してハーフプリズム50へ導かれ、ここで2つに分離されて一方が光検出器51に、他方がナイフエッジ52を介して光検出器53に導かれる。そして、これらの制御光学系により光スポットのオートトラッキングやオートフォーカシングのためのエラー信号が生成される。

【0004】 偏光ビームスプリッタ43で分離された他方の光束は、光束の偏光方向を45度回転させる1/2波長板44、光束を集光する集光レンズ45、偏光ビームスプリッタ46、偏光ビームスプリッタ46により分離された光束をそれぞれ検出する光検出器47及び48に導かれる。偏光ビームスプリッタ46の特性としては、P偏光の透過率は100%、反射率は0%、S偏光の透過率は0%、反射率は100%である。光検出器47と48で検出された信号は、差動アンプ（不図示）で差動検出することにより再生信号が生成される。

【0005】 ところで、光磁気媒体においては、周知のように垂直磁化の方向の違いにより情報を記録している。この磁化の方向の違いにより情報が記録された光磁気媒体に直線偏光を照射すると、その反射光の偏光方向は磁化の方向の違いにより右回りが左回りか左回りが右回りに回転する。例えば、光磁気媒体に入射する直線偏光の偏光方向を図7に示すようにに垂直偏光P方向とし、下向き磁化に対する反射光は+θ度回転したR+、上向き磁化に対する反射光は-θ度回転したR-とする。そこで、図7に示すような方向に検光子を置くと、検光子を透過してくる光は、R+に対してA、R-に対してBとなり、これを光検出器で検出すると光強度の差として情報を得ること

ができる。図6の例では偏光ビーム スプリッタ45が検光子の役目をしていて、分離した一方の光束に対し、P軸から+45度、他方の光束に対し、P軸から-45度の方向の検光子となる。つまり、光検出器47と48で得られる信号成分は逆相となるので、個々の信号を差動検出することで、ノイズが軽減された再生信号を得ることができる。

【0006】最近では、この光磁気媒体の記録密度を高める要求が高まっている。一般に、光磁気媒体等の光ディスクの記録密度は、再生光学系のレーザ波長及び対物レンズのNA（開口数）に依存する。即ち、再生光学系のレーザ波長 λ と対物レンズのNAが決まると光スポットの径が決まるため、再生可能な磁区の大きさは $\lambda/2$ NA程度が限界となってしまふ。従って、従来の光ディスクでは高密度化を実現するために、再生光学系のレーザ波長を短くするか、あるいは対物レンズのNAを大きくする必要があった。しかしながら、レーザ波長や対物レンズのNAの改善にも限界があるため、記録媒体の構成や読み取り方法を工夫し、記録密度を改善する技術が開発されている。

【0007】例えば、本願出願人は、特開平6-290496号公報で複数の磁性層を積層してなる光磁気媒体上のトラックに対して光スポットで走査することにより、第1の磁性層に垂直磁化として記録されている磁区（マーク）を、交換結合力を調整するための第2の磁性層を挟んで配置された第3の磁性層に転写し、その第3の磁性層に転写した磁区の磁壁を移動させることにより、第1の磁性層に記録されている磁区よりも大きくしてから再生信号を得る磁壁移動再生方式を提案している。

【0008】図8～図10を用いてこの磁壁移動再生方式を説明する。図8は磁壁移動再生方式の原理を説明する図である。(a)は磁性層の構成を示す断面図、(b)は光スポットが入射する側から見た平面図である。図中54は光磁気媒体である光磁気ディスクであり、3層の磁性層からなっている。まず、55は第1の磁性層であり、磁区として情報を記録する記録層である（以下、記録層とする）。56は第2の磁性層で、第1の磁性層55と第3の磁性層57との間の交換結合力を調整するための調整層である（以下、調整層とする）。第3の磁性層57は記録層55に記録されている磁区を、調整層56の働きと光スポットによる熱分布とを利用して転写し、更に転写した磁区の磁壁を移動させることにより、記録層55に記録されている磁区の大きさよりも大きくする再生層である（以下、再生層とする）。58は再生用光スポットを表わし、59は光磁気ディスク54上の再生すべき所望のトラックである。記録層55と調整層56と再生層57の各層中の矢印は原子スピンの向きを表わし、スピンの向きが相互に逆向きの領域部には磁壁60が形成されている。また、61は再生層

57に転写された磁区の移動しようとしている磁壁を示している。

【0009】図8(c)はこの光磁気ディスク54に形成された温度分布を示すグラフである。磁壁移動再生は1つの光スポットを用いても、2つの光スポットを用いても原理的には可能であるが、ここでは説明の簡便のために、2つの光スポットを用いて再生を行う方法を説明する。図8には再生信号に寄与する光スポットのみを示してある。2つ目の光スポット（不図示）は(c)の温度分布を形成するために照射される。今、位置Xsでは光ディスク54上の温度は調整層56のキュリー温度近傍のTsになっているものとする。(a)の62に示す斜線部はキュリー温度以上になっている部分を示している。

【0010】図8(d)は(c)に示す温度分布に対応する再生層57の磁壁エネルギー密度 σ_1 の分布を示すグラフである。このようにX方向に磁壁エネルギー密度 σ_1 の勾配があると、位置Xsに存在する各層の磁壁に対して図中に示す力F1が作用する。このF1は磁壁エネルギーの低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層57は磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大いので、単独でこの力F1によって容易に磁壁が移動する。しかし、位置Xsより手前（図では右側）の領域では、まだ光磁気ディスク54の温度がTsより低く、磁壁抗磁力の大きな記録層55との交換結合により、記録層55中の磁壁の位置に対応した位置に再生層57中の磁壁も固定されることになる。

【0011】ここでは、図8(a)に示すように磁壁61が媒体の位置Xsにあるとする。また、位置Xsにおいて光磁気ディスク54の温度は調整層56のキュリー温度近傍のTsまで上昇し、再生層57と記録層55との間の交換結合が切断されるとする。この結果、再生層57中の磁壁61は矢印Bで示すようにより温度が高く磁壁エネルギー密度の小さな領域へと瞬間的に移動する。従って、再生用の光スポット58が通過すると、光スポット内の再生層57の原子スピンの向きは(b)に示すように全て一方向に揃う。そして、媒体の移動に伴って磁壁61（または60等）が瞬間的に移動し、光スポット内の原子スピンの向きが反転し、全て一方向に揃う。光磁気ディスク54からの反射光は図6従来の光ヘッドで検出し、同様の差動検出を行うことにより、再生信号が得られる。このような磁壁移動再生方式によれば、光スポットによって再生する信号は記録層55に記録されている磁区の大きさによらず常に一定な振幅となり、光学的な回折限界に起因する波形干渉の問題から解放される。つまり、磁壁移動再生を用いれば、レーザ波長 λ と対物レンズのNAから決まる分解能限界の $\lambda/2$ NA程度よりも小さな磁区の再生を行え、サブミクロンの記録密度の再生が可能となる。

【0012】図9は2つの光スポットを用いる場合の光

ヘッドの一例を示す図である。63は記録再生用の半導体レーザで波長は例えば780nmである。64は加熱用の半導体レーザで波長は例えば1.3μmである。両方とも記録媒体に対してP偏光で入射するように配置されている。半導体レーザ63及び64から発射されたレーザビームは不図示のビーム成形手段によりほぼ円形にした後、それぞれコリメータレンズ65、66により平行光束にされる。67は780nmの光を100%透過し、1.3μmの光を100%反射するダイクロックミラーである。また、68は偏光ビームスプリッタで、P偏光は70~80%を透過し、それに対して垂直成分のS偏光はほぼ100%反射するものである。

【0013】コリメータレンズ65及び66で変換された平行光束はダイクロックミラー67、偏光ビームスプリッタ68を経て対物レンズ69に入射する。この際、780nmの光束は対物レンズ69の開口の大きさに対して大きくするようにしてあり、1.3μmの光束は対物レンズ69の開口の大きさに対して小さくするようにしてある。従って、同じ対物レンズ69を用いても1.3μmの光束に対してはレンズのNAが小さく作用し、記録媒体70上の光スポットの大きさは780nmのものに比べて大きくなる。記録媒体70からの反射光は再び対物レンズ69を経て平行光束になり、偏光ビームスプリッタ68で反射され、光束71として得られる。光束71から不図示の光学系により波長分離等がなされた後、サーボエラー信号や情報再生信号が従来の方式と同様に得られる。

【0014】図10は記録媒体上の記録再生用の光スポットと加熱用の光スポットの関係を示す図である。まず、図10(a)において、72は波長780nmの記録再生用の光スポットで、73は波長1.3μmの加熱用の光スポットである。74は75のランドに記録された磁区の磁壁、76はグループである。また、77は加熱用光スポット73により温度が上昇した領域を示している。このようにグループ76の間のランド75上において、記録再生用の光スポット72と加熱用の光スポット73とを結合させている。これにより、移動している記録媒体上に図10(b)に示すような温度勾配を形成することができる。温度勾配と記録再生用の光スポット72との関係は図8で示したものと同一になり、これにより磁壁移動再生が行える。

【0015】一方、MD(ミニディスク)等では、トラックの偏をウォブリックさせ、そのウォブリックの変化によりトラック番号等の情報を振っている。これらのウォブリックの作成は、ディスク基板の頂盤を作成する際にトラックを切る光スポットのパワーを変調することによって行っている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上述した磁壁移動再生方式の記録媒体では、再生層の磁壁の移動を可能にする

ために隣接するトラックの間の媒体の精微、つまり磁性を遮断する必要がある。従来においては、一定パワーの高熱の光スポットを照射することにより隣接するトラックの間をアニールすることで磁性を消失させ、隣接するトラックの間の媒体の特性の連続性を遮断している。一方、磁壁移動再生方式では、磁密度がサブミクロンと高い。しかしながら、プリビットによるトラック番号等の情報を記録していたのでは、プリビットは光学系の限界の制限を受けるため、磁壁移動再生方式での磁密度と比べると著しく低くなってしまい、記録容量を損なうという問題があった。

【0017】本発明は、上記従来の問題点に鑑み、記録容量を損なうことなく、記録密度を大幅に高めることが可能な情報記録媒体のアニール方法及びそれを用いた光学的情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、情報記録媒体の情報トラック間に高熱の光スポットを走査することによりアニール処理を行い、且つ前記情報トラック間に走査する光スポットの光強度を所定の情報に応じて変調し、アニールする幅を変化させることによって前記情報トラック間に所定の情報を記録することを特徴とする情報記録媒体のアニール方法によって達成される。

【0019】また、本発明の目的は、光ヘッドから情報記録媒体の情報トラック上に光ビームを照射することによって情報を記録し、あるいは記録情報を再生する光学的情報記録再生装置において、前記光ヘッド内の光ビームを発する光源をアニール用の高熱の光スポットを発するように駆動する手段と、前記アニール用の光スポットを前記記録媒体の情報トラック間に走査する手段と、前記光スポットの光強度を所定の情報に応じて変調し、アニールする幅を変化させることによって前記情報トラック間に所定の情報を記録する手段とを備えたことを特徴とする光学的情報記録再生装置によって達成される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の光学的情報記録再生装置の一実施形態の構成を示す図である。図1において、1は光学的情報記録再生装置、2は情報記録再生装置1全体の制御を行う制御回路である。制御回路2は外部のコンピュータ等の情報処理装置との情報の送受信を制御したり、光磁気ディスクに対する情報の記録や再生を制御したり、その他の制御部を制御を行う。3は光磁気ディスク4を回転駆動するためのスピンドルモータであり、スピンドルモータコントローラ10により制御される。光磁気ディスク4は不図示の機構により情報記録再生装置1に対して挿入または排出される。5は光磁気ディスク4に光学的に情報の記録再生を行う光ヘッド、6は光磁気ディスク4に対し光ヘッド5と反対側に位置し、情報の記録に際して磁界を印加する

磁気ヘッドである。光ヘッド5としては図5の1ビームによる光ヘッドと同等なものをを用いることができる。7は光ヘッド5の光スポットの位置と磁気ヘッド6の位置を制御する光ヘッド及び磁気ヘッド制御回路である。この制御回路7によりオートトラッキング制御、シーク動作の制御、オートフォーカシング制御を行う。8は情報を記録する際の情報記録回路、9は情報を再生する際の情報再生回路である。

【0021】また、光磁気ディスク4としては、図8等で示したものをを用いている。即ち、少なくとも記録層（第1の磁性層）と調整層（第2の磁性層）と再生層（第3の磁性層）の3層の磁性層を含んでいる。その構成についても従来の技術の説明と同様である。つまり、記録層は磁区として情報を記録し、調整層は記録層と再生層との間の交換結合力を調整し、再生層は記録層に記録されている磁区を調整層の曲きと光スポットによる熱分布とを利用して転写し、更に転写した磁区の磁壁を移動させることにより、記録層に記録されている磁区の大きさよりも大きくするものである。

【0022】磁性層群の各層の具体的な材料としては、遷移金属と希土類金属の各1種類以上の組み合わせによる非晶質合金を用いることができる。例えば、遷移金属としては、主にFe、Co、Ni、希土類金属としては、主にGd、Tb、Dy、Ho、Nd、Smがある。代表的な組み合わせとしてはTbFeCo、GdTbFeCo、GdFeCo、GdTbFeCo、GdDyFeCo等がある。また、耐食性向上のためにCr、Mn、Cu、Ti、Al、Si、Pt、Inなどを少量添加してもよい。更に、これらの層構成にAl、AlTa、AlTi、AlCr、Cuなどの金属層を付加し、熱的な特性を調整してもよい。

【0023】図2は光ヘッド5の構成と光磁気ディスク4の一部を拡大して示す図である。図2を参照して光磁気ディスク4の隣接するトラック間の媒体特性の連続性を遮断するためのアニール処理を施す方法について説明する。図2において、12は光透過しての半導体レーザー、13は半導体レーザー12から射出されたレーザー光を平行光に変換するコリメータレンズである。コリメータレンズ13により変換された平行光は偏光ビームスプリッタ14を経由して対物レンズ15に入射し、対物レンズ15によって光磁気ディスク4の磁性層上に光スポット16が集光される。光磁気ディスク21からの反射光は、再び対物レンズ15を通過して偏光ビームスプリッタ14に入射し、ビームスプリッタ14で反射されて17の光束となる。光束17から不図示の光学系により、図6で説明したように光ヘッドのオートトラッキング用、オートフォーカシング用の制御信号の検出や、光磁気再生信号の検出を行う。

【0024】光磁気ディスク4はグループ記録の媒体とし、情報はグループ部に記録するものとする。22a～

22eはランド部、23a～23dはグループ部を示している。光磁気ディスク4は矢印の方向に回転しているものとする。また、18は半導体レーザー12の駆動回路、19は光ヘッドの制御回路、20はディスク4からの反射光を検出する検出回路である。ここで、本実施形態ではこの光磁気ディスク4が初めて情報記録再生装置に挿入されると、再生層での磁壁の移動を可能にするために、隣接トラックの間、即ち、ランド部22の磁性を消失させ、隣接トラック間で媒体特性の連続性を遮断している。これにより、グループ部に記録された磁区は横方向（トラックに平行方向）の磁壁を持たず、情報の意味を持つ磁壁（図8等で説明した磁壁）の移動が可能になる。

【0025】アニール処理を行う際、まず、光ヘッド5を光磁気ディスク4の最外周か、最内周に移動させる。次いで、光ヘッド5からディスク4に光スポットを照射し、その反射光からオートフォーカシング用制御信号を検出回路20により検出し、不図示の機構によりフォーカシング制御を行う。次いで、オートトラッキング用制御信号を検出回路20で検出し、この際、オートトラッキング用制御信号にオフセットを与え、アニールすべきランド部22上を光スポット16が走査するように制御する。光ヘッド5の光スポット16の光強度はランド部の磁性を消失させるだけの高熱のパワーの強度とする。

【0026】例えば、図2のランド部22a上をディスク4の一方の端から他方の端まで制御回路19が半導体レーザー駆動回路18を制御しながら連続的にアニール処理を行う。この場合、半導体レーザー駆動回路18により半導体レーザー12の駆動電流を変調し、光スポットの光強度を変調している。具体的には、ディスク4にプリビット信号として記録する情報、例えばトラック番号、セクタ番号、同期用クロックビットなどの情報に応じて光スポットの光強度を変調し、それらの情報をランド部22aに記録している。図2のランド部22aの斜線で示すアニール幅の変化はこの光スポットの変調によって記録された情報を示している。また、このときの情報は図2のランド部22aの左右のグループを1つのトラックとし、左右のトラックに対する情報を記録する。例えば、トラック番号を記録する場合、ランド部22aに左右のグループの1つのトラック番号を記録する。左右のグループのトラックの判別は後述するように再生時に行う。

【0027】ランド部22aのアニール処理を終了すると、次のランド部22bのアニール処理を行う。この場合も、光スポット16をディスク4のランド部22bに走査し、ランド部22bのアニール処理を行う。但し、この場合は、光スポットの変調は行わず、一定パワーの光スポット16を走査し、図2に斜線で示すようにランド部22bに一定パワーによるアニール処理を行う。次に、図2に示すように光スポット16をランド部22cに移動させてランド部22cのアニール処理を行うが、

この場合はランド部22aと同様に光スポット16の強度をトラック番号などの情報に応じて変調し、ランド部22cをアニールすると同時にトラック番号などの情報を記録する。また、次のランド部22dは一定のパワーでアニール処理を行い、その次のランド部22eは光スポットを変調してアニール処理を行う。このようにランド部(トラック間)では変調パワーによるアニール処理と一定パワーによるアニール処理を交互に行う。

【0028】図4はその様子を示している。光磁気ディスク4は同様にグループ記録の媒体とし、28はグループ部、その両側の29、30はランド部である。ランド部29は細線、ランド部30は太線で示しているが、これは例えば29は一定パワーでアニール処理されたランド部、30は変調パワーでアニール処理されたランド部を示している。

【0029】次に、このようにアニール処理を施した光磁気ディスク4に情報の記録または再生を行う場合は、オートトラック制御信号のオフセットを元に戻し、光スポット16がグループ部上を走査するように制御する。また、光スポットの強度は記録・再生に応じて適正な値に設定する。アニールされた領域は磁性が消失しているため、光磁気効果は生じず、光磁気再生信号には寄生しない。ここで、本実施形態では、記録または再生時において光スポットの媒体からの反射光を光ヘッド5内のセンサ(図示せず)によって検出し、検出回路20でランド部にアニールと同時に記録されたトラック番号などの情報を再生する。この場合、光スポットの反射光から得られる信号は図2に示すような光スポットの変調による成分を含んでおり、アニール後の変化に応じた光磁気信号の包絡線が得られる。従って、この包絡線信号に基づいて今走査しているトラック番号などの情報が得られる。但し、前述のようにランド部に左右のグループ部を示す1つのトラック番号(セクタ番号)を記録しているが、媒体からの反射光を2分割光検出器(図示せず)で検出し、その出力によって左右のどちらのグループ部が変調されているかがわかるので、2つのグループ部のうち現在走査しているグループ部を判別することができる。なお、ランド記録の媒体の場合は、グループ部ごとに変調によるアニールと一定パワーによるアニールを交互に行う。

【0030】図3はランド/グループ記録の媒体について示している。図2と同様にこの媒体が初めて情報記録再生装置に挿入されると、再生層での磁壁の移動を可能にするためにアニール処理を行う。アニール処理は、基本的に図2の場合と同じである。ディスク4の25a~25dはランド部、26a~26dはグループ部である。また、光ヘッド5及びその周辺は図2と同じである。アニール処理を行う場合、同様に光ヘッド5を光磁気ディスク4の最外周が、最内周に移動させる。次いで、ディスク4の反射光からオートフォーカシング用制

御信号を検出回路20により検出し、不図示の機構によりフォーカシング制御を行う。

【0031】また、オートトラック制御信号を検出回路20で検出し、この際、オートトラック制御信号にオフセットを与え、この場合は、まず、ランド部とグループ部の一方向の境界の中心に光スポット16が来るように制御しながら走査し、光磁気ディスク4のトラックの一方向の端から他方の端まで、制御回路19で半導体レーザ駆動回路18を制御しながら、連続的に一定のパワーでアニール処理を行う。次いで、トラックの他端に光ヘッド5を戻し、ランド部とグループ部の他の境界の中心に光スポット16が来るように制御しながら走査し、光磁気ディスク4の一方向の端から他方の端まで、制御回路19で半導体レーザ駆動回路18を制御しながら、図2と同様にパワーをトラック番号等の情報に従って変調してアニール処理を行う。

【0032】図5はその様子を示している。光磁気ディスク4はランド/グループ記録の媒体であり、32はランド部、33はグループ部である。例えば、初めに34の細線上を一定パワーによって光磁気ディスクの端から他方の端までアニール処理を行った後、35の太線上をパワーを変調して光磁気ディスクの端から他方の端までアニール処理を行う。

【0033】このようにアニール処理を施した光磁気ディスク4に対し情報の記録・再生を行う際は、オートトラック制御信号のオフセットを元に戻し、光スポット16はランド上またはグループ上を走査するように制御する。この媒体においてもアニール処理を施された領域(図中の斜線部)は磁性が消失しているため、光磁気効果は生じず、光磁気再生信号には寄生しない。情報の記録・再生時は、図2の説明と全く同様に検出回路20によって光磁気再生信号の包絡線を得ることによって、アニール領域の変調された情報を検出でき、今走査しているトラックの番号等の情報を得る事ができる。また、例えばランド部25b、26bで同じ包絡線を得るが、オートトラックの磁性を検出することにより、今ランド部を走査しているのかグループ部を走査しているのかを判別することができ、25bと26bの違いを認識することができる。

【0034】なお、以上の実施形態では、光磁気ディスクのアニール処理を情報記録再生装置で行っているが、情報記録媒体の製造時に光スポットを照射する手段、光スポットの光強度を変調する手段などを用いて工場等において行ってもよい。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、隣接する情報トラックの間の媒体の特性の連続性を遮断するために高熱の光スポットを用いてアニールを行い、且つ光スポットのパワーを変調することによりアニールする幅を変化させてトラック間に所定情報を記録している

ので、記録容量の損失を伴わずにトラック番号等の所定情報を記録でき、記録密度を大幅に高めることができる。特に、磁壁移動再生方式の場合、プリビットによる情報の記録に比べて大幅に記録密度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

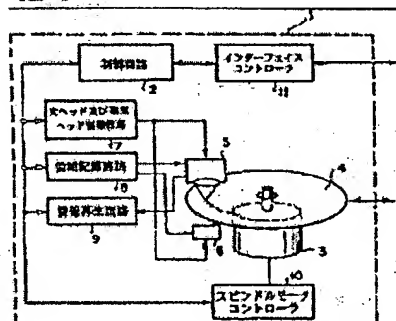
【図1】本発明の光学的情報記録再生装置の一実施形態の構成を示す図である。
 【図2】グループ記録媒体の場合のアニール方法を説明するための図である。
 【図3】ランドグループ記録媒体の場合のアニール方法を説明するための図である。
 【図4】グループ記録媒体のアニール処理を施した状態を示す図である。
 【図5】ランドグループ記録媒体のアニール処理を施した状態を示す図である。
 【図6】従来例の光磁気記録再生装置に用いられるヘッドを示す図である。
 【図7】光磁気信号の再生原理を説明するための図である。

【図8】磁壁移動再生方式を説明するための図である。
 【図9】2ビームによる磁壁移動再生に用いる光ヘッドの例を示す図である。
 【図10】図9の光ヘッドによる記録媒体上の2ビーム及び温度分布を示す図である。

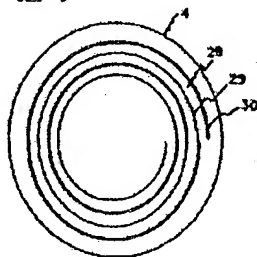
【符号の説明】

- 1 光学的情報記録再生装置
- 2 制御回路
- 4 光磁気ディスク
- 5 光ヘッド
- 6 磁気ヘッド
- 7 光ヘッド及び磁気ヘッド制御回路
- 8 情報記録回路
- 9 情報再生回路
- 12 半導体レーザー
- 15 対物レンズ
- 16 光スポット
- 18 レーザ駆動回路
- 19 光ヘッド制御回路
- 20 検出回路

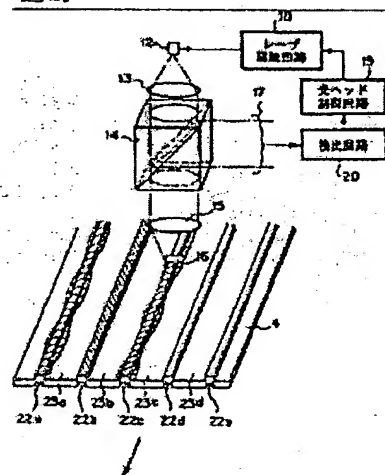
【図1】



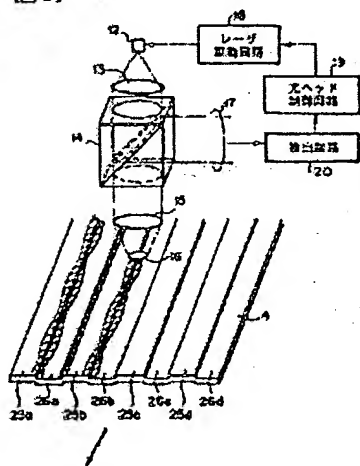
【図4】



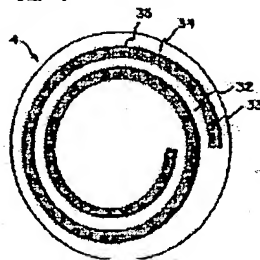
【図2】



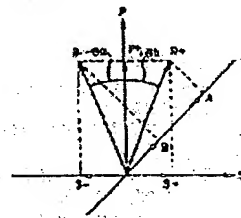
【図3】



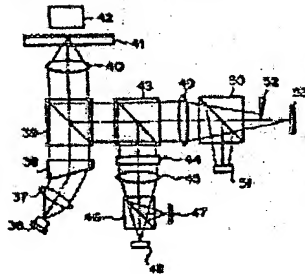
【図5】



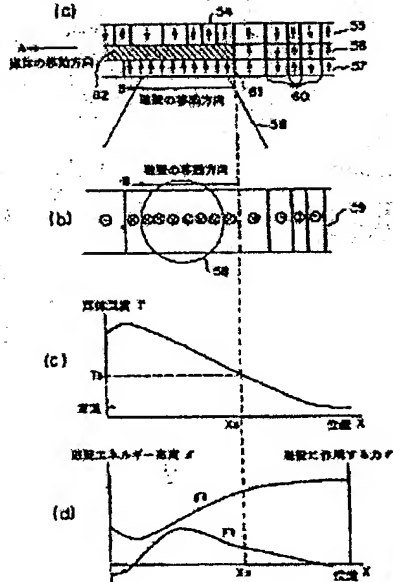
【図7】



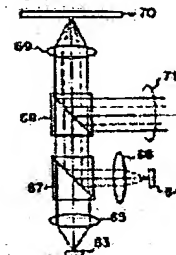
【図6】



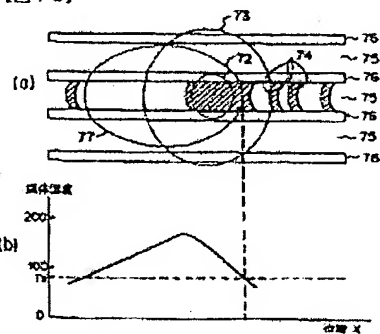
【図8】



【図9】



【図10】



DOCUMENT 1/1
DOCUMENT NUMBER
@: unavailable

DETAIL**JAPANESE**

1. JP,11-339340,A(1999)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-339340

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl. G11B 11/10

(21)Application number : 10-140254 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 21.05.1998 (72)Inventor : FUKUMOTO ATSUSHI
KAI SHINICHI
NARAHARA TATSUYA

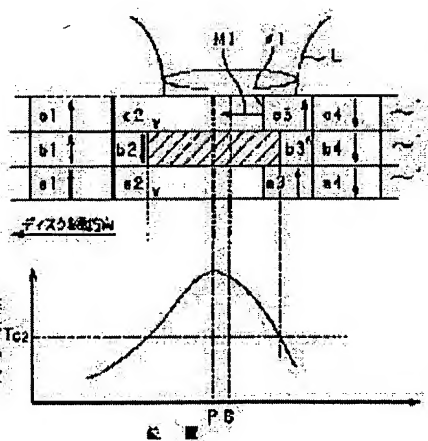
(54) RECORDING DEVICE, RECORDING METHOD AND MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED:

To further increase the recording density of a magneto-optical recording medium by eliminating a ghost phenomenon in a domain wall displacement detection (DWDD) system.

SOLUTION: During a reproducing of the signals from a magneto-optical recording medium by a DWDD system, a mark position recording system is selected for the recording against the medium. Unlike a mark edge recording system, in which signals are recorded by modulating recording mark lengths, the lengths of the recording marks are always made constant in the mark position recording system and the recording mark length is made very short. The ghost phenomenon in the DWDD system is not generated if the recording mark is sufficiently small. Thus, by selecting the mark position recording system for the recording, the problem of the ghost phenomenon in the DWDD system is resolved.



BACK

NEXT

MENU

SEARCH

HELP

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-339340

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int. Cl.⁶

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 8 6

F I

G 1 1 B 11/10

5 8 6 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-140254

(22) 出願日

平成10年(1998)5月21日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 堀本 敦

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 甲斐 慎一

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 横原 立也

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ

ー株式会社内

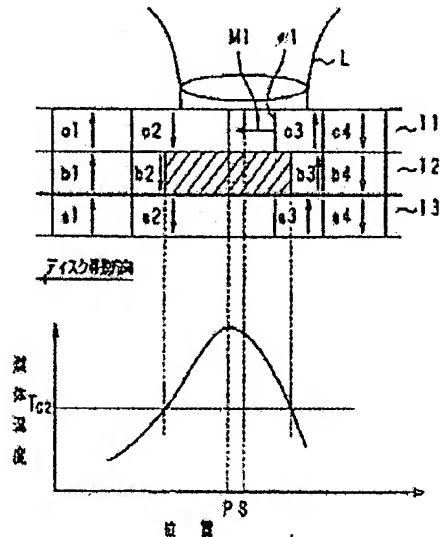
(74) 代理人 弁護士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 記録装置、記録方法及び光磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 DWDD(Domain Wall Displacement Detection)方式におけるゴースト現象を解消して、光磁気記録媒体の更なる高記録密度化を実現する。

【解決手段】 DWDD方式によって光磁気記録媒体から信号を再生するにあたって、光磁気記録媒体に対する記録にマークポジション記録方式を採用する。マークポジション記録方式では、記録マーク長を変動して信号を記録するマークエッジ記録方式などとは異なり、記録マーク長は常に一定で良く、しかも、当該記録マーク長は非常に短くて良い。そして、DWDD方式におけるゴースト現象は、記録マークが十分に小さいときには生じない。したがって、記録にマークポジション記録方式を採用することにより、DWDD方式におけるゴースト現象を解消することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの走行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体に対して、デジタル信号を記録する記録装置であって、

記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式により、上記光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録する記録手段を備えていることを特徴とする記録装置。

【請求項 2】 上記記録マークのマーク長が $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1記載の記録装置。

【請求項 3】 少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの走行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録するにあたって、

記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式により、上記光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録することを特徴とする記録方法。

【請求項 4】 上記記録マークのマーク長を $2\mu\text{m}$ 以下とすることを特徴とする請求項 3記載の記録方法。

【請求項 5】 少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの走行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体であって、

記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式によりデジタル信号が記録されることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 6】 上記記録マークのマーク長が $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 5記載の光磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁壁移動により記録磁区を拡大して信号の再生を行う光磁気記録媒体、並びにそのような光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録する記録装置及び記録方法に関するものであり、特にゴースト現象を解消するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、少なくともディスプレイメント層、スイッチ層及びメモリ層の3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として用い、信号の再生時に、膜温度がスイッチ層のキュリー温度以上となった領域でのディスプレイメント層の磁壁移動を利用することにより、実効的に記録磁区の大きさを拡大して再生信号を大きくする光磁気再生方式が提案されている。

【0003】 DWDD (Domain Wall Displacement Detection) と呼ばれるこの方式では、再生時に、再生光スポットの走行方向前方において再生光照射側の磁性層（すなわちディスプレイメント層）の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大される。したがって、DWDD方式を採用することにより、再生光の光学的な限界分解能以下の周期の微小記録磁区からも非常に大きな信号を再生することが可能となり、再生光の波長や対物レンズの開口径等を変更することなく、更なる高記録密度化を図ることが可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、DWDD方式においては、未だ解決すべき問題点が多く、その一つにゴーストの問題がある。

【0005】 DWDD方式により信号の再生を行うと、ある記録磁区に対応する信号が現れた後、当該記録磁区に対応する信号が一旦消え、その後、ある時間を経過した後再び当該記録磁区に対応する信号が現れるという挙動を示すことがある。これがゴーストと呼ばれる現象であり、ある時間を経過した後再び現れる信号はゴースト信号と呼ばれる。そして、このようなゴースト信号は、再生信号のノイズとなるため、DWDD方式を採用して高記録密度化を図る上での妨げとなっている。

【0006】 本発明は、以上のような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、DWDD方式におけるゴースト現象を解消することが可能な記録装置及び記録方法並びに光磁気記録媒体を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る記録装置は、光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録する記録装置である。ここで、記録対象となる光磁気記録媒体は、少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの走行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体である。そして、本発明に係る記録装置は、記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式により上記光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録する記録手段を備えていることを特徴とする。なお、上記記録装置において、光磁気記録媒体に記録する記録マークのマーク長は、 $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0008】 以上のような本発明に係る記録装置では、デジタル信号の記録にマークポジション記録方式を採用している。マークポジション記録方式では、記録マーク長を調整して信号を記録するマークエッジ記録方式などと異なり、記録マーク長は常に一定で良く、しかも、当該記録マーク長は非常に短くて良い。そして、DWDD方式におけるゴースト現象は、記録マークが十分に小さいときには生じない。したがって、デジタル信号の記録

にマークポジション記録方式を採用した本発明に係る記録装置では、DWDO方式におけるゴースト現象を解消することができる。

【0009】また、本発明に係る記録方法は、光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録する記録方法に関する。ここで、記録対象となる光磁気記録媒体は、少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの進行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体である。そして、本発明に係る記録方法は、記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式により、上記光磁気記録媒体に対してデジタル信号を記録することと特徴とする。なお、上記記録方法において、光磁気記録媒体に記録する記録マークのマーク長は、2 μ m以下であることが好ましい。

【0010】以上のような本発明に係る記録方法では、デジタル信号の記録にマークポジション記録方式を採用している。マークポジション記録方式では、記録マーク長を調整して信号を記録するマークエッジ記録方式などと異なり、記録マーク長は常に一定で良く、しかも、当該記録マーク長は非常に短くて良い。そして、DWDO方式におけるゴースト現象は、記録マークが十分に小さいときには生じない。したがって、デジタル信号の記録にマークポジション記録方式を採用した本発明に係る記録方法では、DWDO方式におけるゴースト現象を解消することができる。

【0011】また、本発明に係る光磁気記録媒体は、少なくとも3層の磁性層からなる磁性多層膜を記録層として備え、再生時に再生光スポットの進行方向前方において再生光照射側の磁性層の磁壁がスポット中心方向に移動して記録磁区が拡大されるようになされた光磁気記録媒体である。そして、本発明に係る光磁気記録媒体は、記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式によりデジタル信号が記録されることを特徴とする。なお、上記光磁気記録媒体に記録される記録マークのマーク長は、2 μ m以下であることが好ましい。

【0012】以上のような本発明に係る光磁気記録媒体では、デジタル信号の記録にマークポジション記録方式を採用している。マークポジション記録方式では、記録マーク長を調整して信号を記録するマークエッジ記録方式などと異なり、記録マーク長は常に一定で良く、しかも、当該記録マーク長は非常に短くて良い。そして、DWDO方式におけるゴースト現象は、記録マークが十分に小さいときには生じない。したがって、デジタル信号の記録にマークポジション記録方式を採用した本発明に係る光磁気記録媒体では、DWDO方式におけるゴースト現象を解消することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0014】本発明が適用される光磁気記録媒体の基本的な構成を図1に示す。この光磁気記録媒体は、DWDO方式によって信号が再生される光磁気記録媒体であるが、その基本的な構成は、通常の光磁気記録媒体と同様である。すなわち、この光磁気記録媒体は、図1に示すように、透明基板1の上に誘電体膜2、記録層3、誘電体膜4、反射膜5、保護膜6が順次積層形成されてなる。

【0015】上記誘電体膜2、4は、例えば酸化珪素からなる。ただし、誘電体膜2、4の材料は、これに限らず、酸化珪素や窒化アルミニウム等、他の誘電体材料を用いてもよい。また、上記反射膜5は、入射された光を反射するためのものであり、例えばアルミニウムからなる。また、上記保護膜6は、誘電体膜2、記録層3、誘電体膜4及び反射膜5を保護するためのものであり、例えば紫外線硬化樹脂からなる。これら各層の膜厚は任意に設定することができるが、具体的には例えば、誘電体膜2の膜厚を70nm、誘電体膜4の膜厚を50nm、反射膜5の膜厚を30nmとする。

【0016】なお、ここでは、記録再生用の光が透明基板1の側から照射されることを前提とするが、逆に、記録再生用の光が保護膜6の側から照射されるような構成とすることも可能である。その場合には、反射膜5の形成位置が誘電体膜2と透明基板1の間になること、並びに、後述する記録層3の層構成が逆になることが上記構成とは異なる。

【0017】そして、本発明が適用される光磁気記録媒体は、DWDO方式によって信号が再生される光磁気記録媒体であり、記録層3は、ディスプレイスメント層11、スイッチ層12及びメモリ層13の3層からなる。すなわち、図1に示すように、再生光入射側から、ディスプレイスメント層11、スイッチ層12、メモリ層13の3層の磁性層が積層され、これらにより記録層3が構成されている。なお、ここでは、記録層3が3層構造であるものとして説明するが、本発明が適用される光磁気記録媒体は、DWDO方式によって信号が再生されるようになされているれば良く、記録層3は4層以上の構造とされていてもよい。

【0018】上記記録層3を構成する各磁性層11、12、13には、DWDO方式によって信号を再生できるようにするために、以下のような特性が要求される。

【0019】まず、ディスプレイスメント層11であるが、このディスプレイスメント層11は、再生時の温度においても十分な信号が再生される必要があり、したがって、キュリー温度が高く、カー回転角が大きいことが必要である。少なくとも、ディスプレイスメント層11のキュリー温度TC1は、スイッチ層12のキュリー温度TC2よりも高くなければならない。

【0020】また、ディスプレイメント層11は、再生時にスイッチ層12との交換結合が切れた際に、容易に磁壁が移動するようになされていなければならない。磁壁抗磁力が小さくなければならない。具体的には、ディスプレイメント層11の磁壁抗磁力は、1kOe以下であることが好ましい。

【0021】また、ディスプレイメント層11は、それ自身の浮遊磁界で磁壁の移動が妨げられないように、飽和磁化の小さい材料からなることが望ましい。具体的には、ディスプレイメント層の飽和磁化は、100emu/cc以下であることが好ましい。

【0022】また、ディスプレイメント層11の膜厚は、一回転角が飽和するに足る膜厚以上であれば十分であり、具体的には、20nm〜40nm程度が好ましい。

【0023】以上のようなディスプレイメント層11の材料としては、例えば、 $GdFeCo$ や $GdFeCr$ 等が挙げられる。

【0024】つぎに、スイッチ層12であるが、このスイッチ層12は、ディスプレイメント層11とメモリ層13との交換結合を一定の温度で遮断する役割を担うため、その設定温度にあたる所定のキュリー温度 T_{C2} を有することが必要である。

【0025】また、スイッチ層12の膜厚は、ディスプレイメント層11とメモリ層13との交換結合を均一且つ確実に遮断できる程度は必要であり、具体的には、5nm程度以上であることが好ましい。ただし、スイッチ層12の膜厚は、あまり厚すぎてもメリットは無いので、20nm程度以下とすることが好ましい。

【0026】以上のようなスイッチ層12の材料としては、例えば、 $TbFe$ や $TbFeCr$ 等が挙げられる。

【0027】つぎに、メモリ層13であるが、このメモリ層13は、記録磁区を保持する層であり、再生時にも安定に微小記録磁区形状を保持しなければならない。したがって、メモリ層13は、そのキュリー温度 T_{C3} がスイッチ層12のキュリー温度 T_{C2} 以上でなければならない。さらに、微小な記録磁区を安定に保持できるように、保磁力及び垂直磁気異方性が大きいことが望まれる。

【0028】また、メモリ層13の膜厚は、記録磁区を安定に保持できるような膜厚とすることが望ましく、具体的には、60nm〜100nm程度が好ましい。

【0029】以上のようなメモリ層13の材料としては、例えば、 $TbFeCo$ や $TbFeCoCr$ 等が挙げられる。

【0030】つぎに、光磁気記録媒体からDWO方式により信号を再生する際の動作について、記録層3を構成する磁性層11、12、13の磁化の遷移の具体的な一例を示した図2乃至図10を参照して説明する。なお、ここでは媒体としてディスク状のものを想定し、デ

ィスクの回転により、記録再生時に光磁気記録媒体は図中左方向へ移動するものとする。

【0031】この光磁気記録媒体においては、記録層3を構成する3層の磁性層（ディスプレイメント層11、スイッチ層12、メモリ層13）はいずれも垂直磁化層であり、それらの磁化は、図2に示すように、少なくとも常温及び再生時の温度において膜面に対して垂直方向を向く。そして、記録層3を構成する各磁性層11、12、13の層間には交換結合が作用し、そのため、通常の状態では、図2に示すように、各磁性層11、12、13のスピンの方向は揃っている。なお、図2乃至図10において、上下方向を向いた矢印が、各磁性層のスピンの方向（例えば遷移金属であるFeあるいはCo等の磁化方向）を示している。

【0032】この光磁気記録媒体に対する記録には、通常的光磁気記録に用いられる光変調記録方式又は磁界変調記録方式が用いられる。そして、この光磁気記録媒体に対する記録は、主にメモリ層13に対してなされ、メモリ層13のスピンの向きがスイッチ層12及びディスプレイメント層11に転写されることによって記録が完了する。すなわち、例えば図2に示すように、メモリ層13に光磁気記録によって記録磁区a1、a2、a3、・・・が記録され、それらの記録磁区a1、a2、a3、・・・がスイッチ層12及びディスプレイメント層11に転写され、その結果、スイッチ層12に磁区b1、b2、b3、・・・が形成されるとともに、ディスプレイメント層11に磁区c1、c2、c3、・・・が形成される。

【0033】そして、この光磁気記録媒体から信号を再生する際は、図3に示すように、ディスプレイメント層11が形成されている側から再生光Lを照射する。この再生光Lの照射により、光磁気記録媒体の温度が上昇する。すなわち、図3に示すように、再生光Lを照射することにより、当該再生光Lが照射された部分の媒体の温度が上昇する。ただし、再生時にはディスクが回転駆動されるので、媒体温度のピーク位置Pは、再生光スポットの中心位置Sよりも、当該再生光スポットの走行方向に対して若干後方に位置することとなる。

【0034】ここで、再生光Lが照射される記録層3を構成する3層の磁性層11、12、13のうち、最もキュリー温度 T_{C2} が低く設定されているのは、スイッチ層12である。そして、再生光Lのパワーは、当該再生光Lの照射により、スイッチ層12の温度がキュリー温度 T_{C2} を超えるように、且つ、ディスプレイメント層11やメモリ層13の温度がそれらのキュリー温度 T_{C1} 、 T_{C3} を超えないように設定しておく。このように再生光Lのパワーを設定しておくことにより、再生光Lの照射による温度上昇によってスイッチ層12にキュリー温度 T_{C2} を超える部分が生じ、その部分の磁化が消失する。なお、図3乃至図10では、温度がスイッチ層12のキ

キュリー温度 T_C を越え、スイッチ層12の磁化が消失した領域(以下、磁化消失領域と称する。)を、斜線を施して示している。

【0035】そして、スイッチ層12のキュリー温度 T_C 以上に温められた領域では、ディスプレイメント層11とメモリ層13との間の交換結合が弱くなる。ここで、メモリ層13は、磁気異方性が大きく保磁力が高い磁性材料、例えば $TbFeCo$ や $TbFeCoCr$ 等により構成されるため、他の磁性層との交換結合が消失しても、記録状態に変化は現れない。一方、ディスプレイメント層11は、メモリ層13とは逆に、磁気異方性及び保磁力が小さく、且つ、記録磁区の周囲に形成される磁壁が容易に移動し易い材料、例えば $GdFeCo$ や $GdFeCoCr$ 等により構成される。

【0036】そのため、図3に示すように、再生光の照射による温度上昇によりスイッチ層12の磁区b2、b3の一部の磁化が消失して、当該磁化消失領域の上下にあるディスプレイメント層11とメモリ層13との間の交換結合が弱くなると、当該磁化消失領域の上にあるディスプレイメント層11の磁区(図3の例ではディスプレイメント層11の磁区c2と磁区c3との間の磁壁e1)が、磁気的エネルギーが低くなるような方向へ移動する。磁気的エネルギーが低くなるのは、当該磁壁e1が温度の高い位置にある状態である。したがって、当該磁壁e1は、図3中の矢印M1に示すように、媒体温度のピーク位置Pに向かって移動し、その結果、図4に示すような状態となる。

【0037】ディスプレイメント層11において磁壁e1が媒体温度のピーク位置Pに向かって移動することにより、図4に示すように、ディスプレイメント層11の磁区c3が拡大することとなる。すなわち、再生光スポットの走行方向前方においてディスプレイメント層11の磁壁e1がスポット中心方向に移動して、メモリ層13の記録磁区a3に対応するディスプレイメント層11の磁区c3が拡大する。その結果、メモリ層13の記録磁区a3が微小であったとしても、再生に寄与するディスプレイメント層11の磁区c3が拡大されているので、大きな再生信号が得られるようになる。

【0038】その後、ディスクの回転に伴い、図5に示すように、メモリ層13の記録磁区a3とディスプレイメント層11の磁区c3との間が全て磁化消失領域になると、メモリ層13の記録磁区a3とディスプレイメント層11の磁区c3との間の交換結合が切れる。すると、ディスプレイメント層11の磁区c3と磁区c4との間の磁壁e2が、磁気的エネルギーが低くなるような方向へ移動する。磁気的エネルギーが低くなるのは、当該磁壁e2が温度の高い位置にある状態である。したがって、当該磁壁e2は、図5中の矢印M2に示すように、媒体温度のピーク位置Pに向かって移動し、その結果、図6に示すような状態となる。

【0039】ディスプレイメント層11において磁壁e2が媒体温度のピーク位置Pに向かって移動することにより、図6に示すように、ディスプレイメント層11の磁区c4が拡大することとなる。すなわち、再生光スポットの走行方向前方においてディスプレイメント層11の磁壁e2がスポット中心方向に移動して、メモリ層13の記録磁区a4に対応するディスプレイメント層11の磁区c4が拡大する。その結果、メモリ層13の記録磁区a4が微小であったとしても、再生に寄与するディスプレイメント層11の磁区c4が拡大されているので、大きな再生信号が得られるようになる。

【0040】その後、ディスクの回転に伴い、図7に示すように、メモリ層13の記録磁区a4とディスプレイメント層11の磁区c4との間が全て磁化消失領域になると、メモリ層13の記録磁区a4とディスプレイメント層11の磁区c4との間の交換結合が切れる。すると、ディスプレイメント層11の磁区c4と磁区c5との間の磁壁e3が、磁気的エネルギーが低くなるような方向へ移動する。磁気的エネルギーが低くなるのは、当該磁壁e3が温度の高い位置にある状態である。したがって、当該磁壁e3は、図7中の矢印M3に示すように、媒体温度のピーク位置Pに向かって移動し、その結果、図7に示すような状態となる。

【0041】ディスプレイメント層11において磁壁e3が媒体温度のピーク位置Pに向かって移動することにより、図7に示すように、ディスプレイメント層11の磁区c5が拡大することとなる。すなわち、再生光スポットの走行方向前方においてディスプレイメント層11の磁壁e3がスポット中心方向に移動して、メモリ層13の記録磁区a5に対応するディスプレイメント層11の磁区c5が拡大する。その結果、メモリ層13の記録磁区a5が微小であったとしても、再生に寄与するディスプレイメント層11の磁区c5が拡大されているので、大きな再生信号が得られるようになる。

【0042】以上のように、この光磁気記録媒体では、媒体温度がスイッチ層12のキュリー温度 T_C 以上となった領域でのディスプレイメント層11の磁壁移動により、実効的に記録磁区の大きさが拡大し、メモリ層13に形成されている記録磁区が微小であったとしても、大きな再生信号を得ることが可能となっている。すなわち、図3から図8に示したような一連の磁壁移動動作により、通常の光学系では再生できないような微細な記録磁区からも、信号を再生することが可能となっている。

【0043】ところで、その後、更にディスクが回転して、図9に示すように、メモリ層13の記録磁区a3の左端がスイッチ層12の磁化消失領域の左端位置を通過すると、温度が低下してスイッチ層12の磁化が回復する。すると、メモリ層13の記録磁区a3と同じ方向のスピニングがスイッチ層12に生じ、さらに、スイッチ層12とディスプレイメント層11との交換結合により、

ディスプレイメント層11にも同じ方向のスピンの生じる。その結果、メモリ層13の記録磁区a3に対応した磁区c3がディスプレイメント層11に再び形成され、ディスプレイメント層11に新たな磁壁σaが生じる。

【0044】すると、ここで生じた磁壁σaも磁気的エネルギーが最小となる位置まで移動する。磁気的エネルギーが低くなるのは、当該磁壁σaが温度の高い位置にある状態である。したがって、このときの磁壁σaの移動は、スポット中心方向への移動であり、換言すれば、ディスプレイメント層11の磁区c3を拡大させる方向への移動である。すなわち、当該磁壁σaは、図9中の矢印M4に示すように、媒体温度のピーク位置Pに向かって移動し、その結果、図10に示すような状態となる。

【0045】ディスプレイメント層11において磁壁σaが媒体温度のピーク位置Pに向かって移動することにより、図10に示すように、ディスプレイメント層11の磁区c3が再び拡大することとなる。すなわち、再生光スポットの走行方向後方においてディスプレイメント層11の磁壁σaがスポット中心方向に移動して、メモリ層13の記録磁区a3に対応するディスプレイメント層11の磁区c3が再び拡大する。その結果、既に再生が完了しているメモリ層13の記録磁区a3に対応したディスプレイメント層11の磁区c3が、再び再生光スポット内に入ってきてしまう。そのため、再生信号には、再び再生光スポット内に入ってきた磁区c3に対応した信号も現れることとなる。これがゴースト信号である。

【0046】このように、DWD方式による信号再生時には、記録磁区が再生光スポットを一通過した後、当該記録磁区の拡大動作が再生光スポットの後方領域においても生じるので、再生光スポットの前方領域で既に1度再生した信号が、再び再生されてしまう。すなわち、DWD方式では、一つの記録磁区に対して、時間のずれた2つの信号が検出される。このうち、2つ目の信号は、本来は再生されないことが望ましいため、ゴースト信号と呼ばれる。

【0047】ここで、一つの記録磁区に着目して、当該記録磁区から得られる信号の時間変化を測定した結果の一例を図11に示す。図11に示すように、DWD方式で信号を再生したときには、一つの記録磁区に対して、時間のずれた2つの信号S1、S2が検出される。ここで、最初に現れる大きな信号S1は、再生光スポット走行方向の前方位置において磁区が拡大したときに得られる信号であり、本来ならば、この信号S1だけを再生することが望ましい。しかしながら、その後、小さな信号S2が検出される。この信号S2は、再生光スポット走行方向の後方位置において磁区が拡大することにより得られる信号であり、これがゴースト信号である。

【0048】以上のようにDWD方式を採用して信号を再生したときに生じるゴースト信号は、再生信号のノイズとなるため、DWD方式を採用して高記録密度化を図る上での妨げとなっている。しかし、ディスプレイメント層11において磁壁が移動するためには、ディスプレイメント層11と交換結合している領域が、ある程度の長さ以上でなければならないので、メモリ層13に形成されている記録磁区の周期が十分に短い場合には、ゴースト現象は生じない。このことを図9を参照して説明する。

【0049】図9に示したように、メモリ層13の記録磁区a3の左端がスイッチ層12の磁化消失領域の左端位置を通過すると、メモリ層13の記録磁区a3に対応した磁区c3がディスプレイメント層11に形成される。しかし、メモリ層13の記録磁区a3に対応した磁区c3の形成は、メモリ層13の記録磁区a3の左端が磁化消失領域の左端位置を通過したときに直ぐになされるのではない。すなわち、メモリ層13の記録磁区a3の左端が磁化消失領域を過ぎて、メモリ層13の記録磁区a3上において、スイッチ層12の磁化が回復した領域が十分に大きくなった段階で、磁区c3がディスプレイメント層11に形成され、当該磁区c3の磁壁σaの移動が始まる。

【0050】このように、再生光スポット走行方向の後方位置における磁壁σaの移動は、メモリ層13の記録磁区a3の左端が磁化消失領域の左端位置を通過してしばらくしてから生じる。したがって、メモリ層13に形成されている記録磁区の周期が十分に短い場合（すなわち記録マークが十分に小さい場合）には、既に再生が完了しているメモリ層13の記録磁区a3に対応したディスプレイメント層11の磁区c3が、再生光スポットの後方位置において、再び再生光スポット内に入ってきてしまうようなことは無くなる。

【0051】以上のように、記録マークを十分に小さくし、記録磁区の周期を十分に短くすれば、ゴースト信号が現れなくなるということを検証するために、記録マーク長を0.3μmにした場合と、記録マーク長を0.2μmにした場合と、記録マーク長を0.1μmにした場合とについて、実際に信号の再生を行った。そして、ゴースト信号が検出されるか否かを調べたところ、記録マーク長が0.3μmのときにはゴースト信号が検出されたが、記録マーク長が0.2μmや0.1μmのときには、ゴースト信号は検出されなかった。このことから、記録マークを十分に小さくし、記録磁区の周期を十分に短くすれば、ゴースト信号が現れないようになり、具体的には記録マーク長を0.2μm程度以下とすれば、ゴースト信号の影響を回避できることが分かった。

【0052】以上のように、メモリ層13に形成されている記録磁区の周期が十分に短い場合には、ゴースト現象は生じない。そこで、本発明では、光磁気記録媒体に

信号を記録するにあたって、記録マークの間隔を調整させて信号を記録するマークポジション記録方式により、デジタル信号を記録するようにする。

【0053】従来、光磁気記録媒体に対して高密度にデジタル信号を記録する際は、記録マーク長を調整して信号を記録するマークエッジ記録方式が採用されていた。マークエッジ記録方式は、比較的長い記録マークを用いても高密度記録化を進めることができるので、DWD方式を採用しないような場合には、高記録密度化を図る上で有効であった。

【0054】しかしながら、マークエッジ記録方式では、記録マーク長を調整するので、短い記録マークから長い記録マークまで、長さの異なる複数の記録マークを用いることとなる。そのため、マークエッジ記録方式で記録された信号を、DWD方式で再生しようとする、長い記録マークのところで、上述したようなコースト信号が現れやすかった。そのため、マークエッジ記録方式で記録していたのでは、信号の再生にDWD方式を採用しても、高記録密度化を進めることが難しくかった。

【0055】これに対して、本発明ではマークポジション記録方式を採用している。マークポジション記録方式では、記録マークと記録マークとの間隔に情報を持たせることとなるので、使用する記録マークは、マーク長が一定で短い記録マークで良い。そこで、その記録マーク長を、コースト信号が現れない程度に十分に短くしてやれば、DWD方式を採用しても、コースト信号が現れるようなことは無くなり、良好な再生信号が得られるようになる。したがって、DWD方式において、マークポジション記録方式を採用することにより、コースト信号の影響を回避して、高記録密度化を進めることが可能となる。

【0056】なお、上述した実験の結果からも分かるように、記録マーク長が0.2μm以下であれば、コースト信号が現れないようになる。したがって、マークポジション記録方式を採用するにあたっては、その記録マーク長を0.2μm以下とすることが好ましい。

【0057】ところで、マークポジション記録方式において、更なる高記録密度化を図るには、記録マーク長をより短くすることが望まれる。そして、記録マーク長を短くすることは、コースト信号が現れなくなる方向への変更である。したがって、この点からも、DWD方式において、マークポジション記録方式を採用することは、更なる高記録密度化を進める上で非常に有効である。

【0058】つぎに、マークポジション記録方式による記録再生について、具体的な一例を挙げて説明する。なお、ここでは、(1,7)RLL変調方式を用いた例を挙げるが、本発明においてデジタル信号の変調方式は特に限定されるものではなく、任意の変調方式が採用可能

である。

【0059】まず、記録過程について、図12及び図13を参照しながら説明する。なお、記録過程における信号処理方法は、マークポジション記録を行うものである。どのような方法でも良く、以下に説明するような方法に限定されるものではない。

【0060】記録時には、まず、「0」「1」からなる入力データビット列を、符号器21によって、図12(a)に示すように、NRZ (Non Return to Zero) の(1,7)変調データA1に変調する。次に、当該変調データA1を、記録用増幅器22によって、図12(b)に示すように、方形波状の記録電流A2に変換し、当該記録電流A2を光ビックアップ23に供給する。そして、光ビックアップ23は、記録電流A2に基づいて、レーザダイオードLDからレーザ光を出射し当該レーザ光を光磁気記録媒体に照射するとともに光磁気記録媒体に磁界を印加して、図12(c)に示すように、光磁気記録媒体に対して光磁気記録により記録マークを記録する。

【0061】このとき、光磁気記録媒体には、各記録マークが変調データの「1」にそれぞれ対応するように記録する。これにより、光磁気記録媒体には、短い一定のマーク長の記録マークが多数記録され、隣り合う記録マークの間隔が情報を示すこととなる。なお、このようにマークポジション記録方式によって光磁気記録媒体に記録マークを記録するにあたって、それらの記録マークのマーク長は、上述したように、0.2μm以下とすることが好ましい。なお、このときの記録方式は、記録電流A2を磁気ヘッドに送って記録する磁界変調方式でも良い。

【0062】つぎに、再生過程について、図12及び図14を参照しながら説明する。なお、再生過程における信号処理方法は、マークポジション記録方式によって記録された記録マークの中心位置を検出するようなものである。どのような方法でも良く、以下に説明するような方法に限定されるものではない。

【0063】再生時には、まず、図12(c)に示すように光磁気記録媒体に記録されている記録マークを、光ビックアップ23により、上述したようなDWD方式により検出する。このとき、光ビックアップ23は、光磁気記録媒体からの反射光をフォトダイオードPDを用いて検出する。そして、フォトダイオードPDからの出力は、再生用増幅器24によって増幅されるとともに電圧信号に変換されて、図12(d)に示すような波形の再生信号B1として出力される。ここで、光磁気記録媒体に記録されている記録マークは、短く且つ一定のマーク長の記録マークであるので、DWD方式を採用して再生しても、コーストの影響を受けることなく、良好な再生信号B1が得られる。

【0064】そして、再生用増幅器24から出力された

再生信号B1は、低域通過フィルタ25によって高周波成分が減衰されて、図12(e)に示すような波形の信号B2とされた上で、微分器26と第1の弁別器27とにそれぞれ供給される。ここで、微分器26は、低域通過フィルタ25を通過してきた信号B2の微分成分を求めて、図12(f)に示すような微分信号B3を生成し、当該微分信号B3を第2の弁別器28に供給する。【0065】そして、第1の弁別器27は、低域通過フィルタ25を通過してきた信号B2から、図12(g)に示すような2値化信号B4を生成し、また、第2の弁別器28は、微分器26から供給された微分信号B3から、図12(h)に示すような2値化信号B5を生成する。なお、このときの弁別器27、28の弁別レベルは、ほぼ振幅中心としておく。

【0066】次に、比較器29により、第1の弁別器27により生成された2値化信号B4と、第2の弁別器28により生成された2値化信号B5とを比較し、その差信号成分を取り出し、図12(i)に示すような再生信号パルスB6を生成する。

【0067】以上のようにして、記録されたデータに対応した再生信号パルスB6が得られる。ただし、この再生信号パルスB6をそのまま再生データとするのではなく、更に、この再生信号パルスB6を用いて、位相比較器30、低域通過フィルタ31及び電圧制御発振器32からなるPLL(Phase Locked Loop)33により、再生クロックを抽出し、当該再生クロックで同期をとって、同期処理回路34により、図12(j)に示すような再生データB7を生成する。そして、この再生データB7を、復号器35によって復号することにより、もとのデータビット列が再生される。

【0068】以上のように、マークエッジ記録方式によって記録再生を行った場合には、光磁気記録媒体に記録される記録マークが、狭く且つ一定のマーク長の記録マークだけとなるので、DWD方式で信号を再生しても、ゴーストの影響を受けることなく、良好な再生信号が得られる。したがって、マークエッジ記録方式によって記録再生を行うようにすることで、ゴースト信号の影響を回避して、更なる高記録密度化を図ることが可能となる。

【0069】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、DWD方式におけるゴースト現象を解消することができ、光磁気記録媒体の更なる高記録密度化を図ることが可能となる。

を行っていないときの記録層の磁区状態を示す模式図である。

【図3】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、再生光Lを照射したときの磁区の状態及び媒体の温度プロファイルを示す模式図である。

【図4】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、ディスプレイメント層の磁区c3の磁壁が移動した状態を示す模式図である。

【図5】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、メモリ層の磁区a3とディスプレイメント層の磁区c3との交換結合が切れた状態を示す模式図である。

【図6】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、ディスプレイメント層の磁区c4の磁壁が移動した状態を示す模式図である。

【図7】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、メモリ層の磁区a4とディスプレイメント層の磁区c4との交換結合が切れた状態を示す模式図である。

【図8】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、ディスプレイメント層の磁区c5の磁壁が移動した状態を示す模式図である。

【図9】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、メモリ層の磁区a3の左端が磁化消失領域の左端位置を通過した状態を示す模式図である。

【図10】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、ディスプレイメント層の磁区c3の磁壁が移動した状態を示す模式図である。

【図11】一つの記録磁区に着目して、当該記録磁区から得られる信号の時間変化を測定した結果を示す図である。

【図12】マークポジション記録方式の記録再生過程における信号の流れを示す図である。

【図13】光磁気記録再生装置の記録処理系の一構成例を示すブロック図である。

【図14】光磁気記録再生装置の再生処理系の一構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

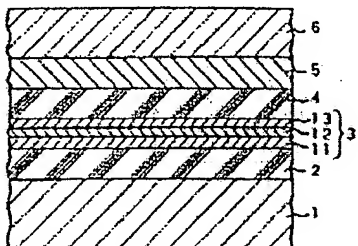
1 透明基板、2 誘電体膜、3 記録層、4 誘電体膜、5 反射膜、6 保護膜、11 ディスプレイメント層、12 スイッチ層、13 メモリ層

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した光磁気記録媒体の一構成例を示す要部概略断面図である。

【図2】3層構造の記録層を有する光磁気ディスクにおける磁壁移動動作を説明するための図であり、記録再生

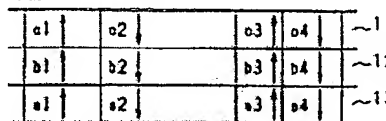
【图 1】



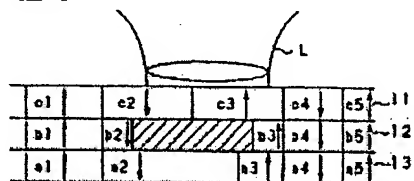
- | | |
|---------|----------------|
| 1: 選手登録 | 6: 採種機 |
| 2: 第五分機 | 11: ディスプレイメント機 |
| 3: 記録機 | 12: スイッチ機 |
| 4: 原電機 | 13: メモリ機 |
| 5: 反動機 | |

光澤質玉梨樹林の地味

【圖2】

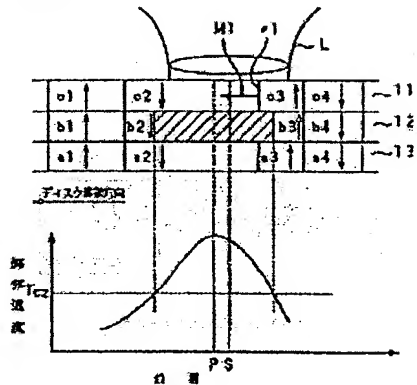


【圖4】



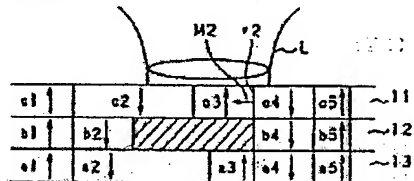
ディスク制御装置

【圖 3】



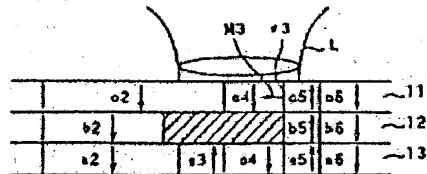
ディスク制作方向

【圖5】



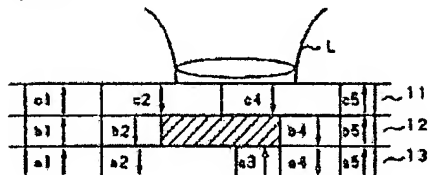
ディスク情報

7-1



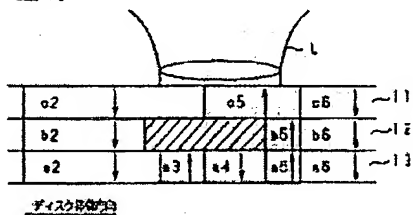
ディスク音楽大賞

【圖 5】

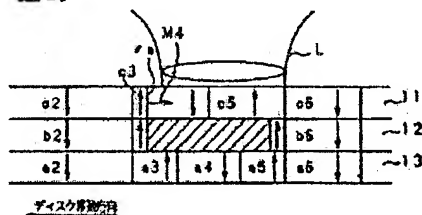


・ ディスク修整管理

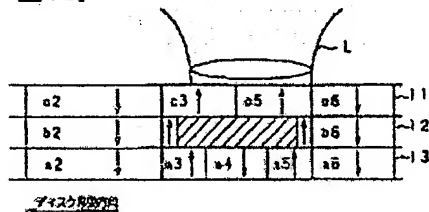
【図 8】



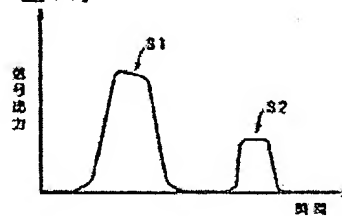
【図 9】



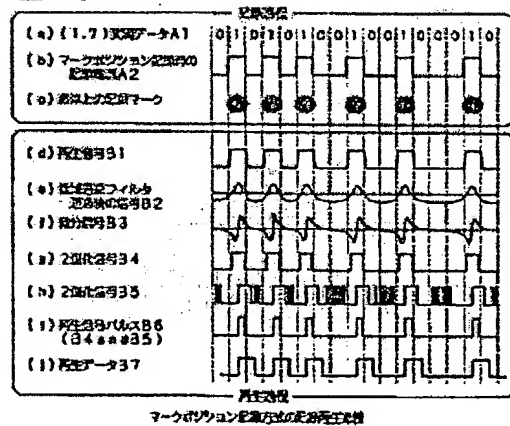
【図 10】



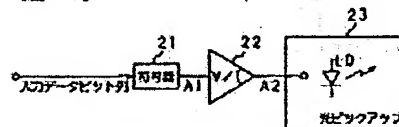
【図 11】



【図 12】

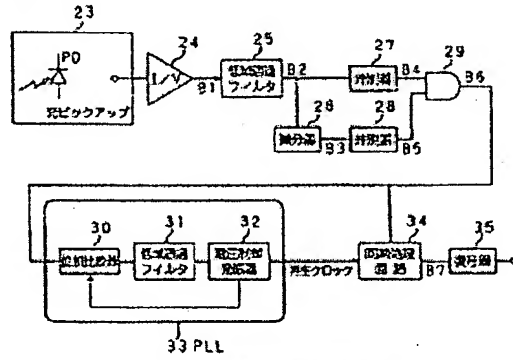


【図 13】



記録方式の再生タイミング図

【図14】



電圧変換フィルタの構成

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] As opposed to magneto-optic-recording data medium made as [expand / have a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center in the transit direction front of a playback light spot at the time of playback, and / a record magnetic domain] A recording device characterized by having a record means to record a digital signal to above-mentioned magneto-optic-recording data medium, by mark position recording method which is the recording device which records a digital signal, is made to modulate a gap of a record mark and records a signal.

[Claim 2] A recording device according to claim 1 characterized by mark length of the above-mentioned record mark being 2 micrometers or less.

[Claim 3] It has a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer. In recording a digital signal to magneto-optic-recording data medium made as [expand / in the transit direction front of a playback light spot, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center, and / at the time of playback, / a record magnetic domain] A record method characterized by recording a digital signal to above-mentioned magneto-optic-recording data medium by mark position recording method which is made to modulate a gap of a record mark and records a signal.

[Claim 4] A record method according to claim 3 characterized by setting mark length of the above-mentioned record mark to 2 micrometers or less.

[Claim 5] It is magneto-optic-recording data medium made as [expand / have a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center in the transit direction front of a playback light spot at the time of playback, and / a record magnetic domain]. Magneto-optic-recording data medium characterized by recording a digital signal by mark position recording method which is made to modulate a gap of a record mark and records a signal.

[Claim 6] Magneto-optic-recording data medium according to claim 5 characterized by mark length of the above-mentioned record mark being 2 micrometers or less.

[Translation done.]

NOTICES

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the technology for canceling especially a ghost phenomenon about magneto-optic-recording data medium which expands a record magnetic domain by domain wall displacement, and reproduces a signal, the recording device which records a digital signal on a list to such magneto-optic-recording data medium, and the record method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical MAG playback system which expands the magnitude of a record magnetic domain effectually and enlarges a regenerative signal is proposed by using the domain wall displacement of the displacement layer in the field in which film temperature turned into more than the Curie temperature of a switch layer in recent years at the time of playback of a signal, using the magnetic multilayer which consists of a magnetic layer, a displacement layer, a switch layer, and a memory layer, of three layers at least as a record layer.

[0003] By this method called DWDD (Domain Wall Displacement Detection), at the time of playback, in the transit direction front of a playback light spot, the magnetic domain wall of the magnetic layer by the side of a playback light exposure (namely, displacement layer) moves in the direction of a spot center, and a record magnetic domain is expanded, therefore, the thing for which a DWDD method is adopted — the optical limit of playback light — resolution — it becomes possible to attain further high recording density-ization, without becoming possible also from the minute record magnetic domain of the following periods to reproduce a very big signal, and changing the wavelength of playback light, the numerical aperture of an objective lens, etc.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in a DWDD method, there are many troubles which should still be solved and a ghost's problem is in one of them.

[0005] When a signal is reproduced with a DWDD method, after the signal corresponding to the record magnetic domain concerned once disappearing after the signal corresponding to a certain record magnetic domain appears, and going through a certain time amount after that, the behavior that the signal corresponding to the record magnetic domain concerned appears again may be shown. It is the phenomenon in which this is called a ghost, and after going through a certain time amount, the signal which appears again is called a ghost signal. And since such a ghost signal serves as a noise of a regenerative signal, it serves as hindrance when adopting a DWDD method and attaining high recording density-ization.

[0006] This invention is proposed in view of the above conventional actual condition, and aims at providing with magneto-optic-recording data medium the recording device which can cancel the ghost phenomenon in a DWDD method, and the record method list.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A recording device concerning this invention is a recording device which records a digital signal to magneto-optic-recording data medium. Here, magneto-optic-recording data medium used as an object for record is magneto-optic-

recording data medium made as [expand / have a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center in the transit direction front of a playback light spot at the time of playback, and / a record magnetic domain]. And a recording device concerning this invention is characterized by having a record means to record a digital signal to above-mentioned magneto-optic-recording data medium by mark position recording method which is made to modulate a gap of a record mark and records a signal. In addition, as for mark length of a record mark recorded on magneto-optic-recording data medium, in the above-mentioned recording device, it is desirable that it is 2 micrometers or less.

[0008] A mark position recording method is adopted as record of a digital signal in a recording device concerning above this inventions. Unlike a mark edge recording method which modulates record mark length and records a signal by mark position recording method, record mark length may always be fixed, it may be good, and, moreover, the record mark length concerned may be dramatically short. And a ghost phenomenon in a DWDD method is not produced when a record mark is small enough. Therefore, in a recording device concerning this invention which adopted a mark position recording method as record of a digital signal, a ghost phenomenon in a DWDD method is cancelable.

[0009] Moreover, a record method concerning this invention is related with a record method which records a digital signal to magneto-optic-recording data medium. Here, magneto-optic-recording data medium used as an object for record is magneto-optic-recording data medium made as [expand / have a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center in the transit direction front of a playback light spot at the time of playback, and / a record magnetic domain]. And a record method concerning this invention is characterized by recording a digital signal to above-mentioned magneto-optic-recording data medium by mark position recording method which is made to modulate a gap of a record mark and records a signal. In addition, as for mark length of a record mark recorded on magneto-optic-recording data medium, in an above-mentioned record method, it is desirable that it is 2 micrometers or less.

[0010] A mark position recording method is adopted as record of a digital signal by record method concerning above this inventions. Unlike a mark edge recording method which modulates record mark length and records a signal by mark position recording method, record mark length may always be fixed, it may be good, and, moreover, the record mark length concerned may be dramatically short. And a ghost phenomenon in a DWDD method is not produced when a record mark is small enough. Therefore, by record method concerning this invention which adopted a mark position recording method as record of a digital signal, a ghost phenomenon in a DWDD method is cancelable.

[0011] Moreover, magneto-optic-recording data medium concerning this invention is magneto-optic-recording data medium made as [expand / have a magnetic multilayer which consists of a magnetic layer of at least three layers as a record layer, a magnetic domain wall of a magnetic layer by the side of a playback light exposure moves in the direction of a spot center in the transit direction front of a playback light spot at the time of playback, and / a record magnetic domain]. And magneto-optic-recording data medium concerning this invention is characterized by recording a digital signal by mark position recording method which is made to modulate a gap of a record mark and records a signal. In addition, as for mark length of a record mark recorded on above-mentioned magneto-optic-recording data medium, it is desirable that it is 2 micrometers or less.

[0012] A mark position recording method is adopted as record of a digital signal by magneto-optic-recording data medium concerning above this inventions. Unlike a mark edge recording method which modulates record mark length and records a signal by mark position recording method, record mark length may always be fixed, it may be good, and, moreover, the record mark length concerned may be dramatically short. And a ghost phenomenon in a DWDD method is not produced when a record mark is small enough. Therefore, by magneto-optic-

recording data medium concerning this invention which adopted a mark position recording method as record of a digital signal, a ghost phenomenon in a DWDD method is cancelable.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to details, referring to a drawing.

[0014] The fundamental configuration of magneto-optic-recording data medium by which this invention is applied is shown in drawing 1. Although this magneto-optic-recording data medium is magneto-optic-recording data medium by which a signal is reproduced with a DWDD method, that fundamental configuration is the same as that of usual magneto-optic-recording data medium. That is, on the transparence substrate 1, laminating formation of a dielectric film 2, the record layer 3, a dielectric film 4, the reflective film 5, and the protective coat 6 is carried out one by one, and this magneto-optic-recording data medium comes, as shown in drawing 1.

[0015] The above-mentioned dielectric films 2 and 4 consist of silicon nitride. However, as for the material of dielectric films 2 and 4, not only this but oxidation silicon, aluminum nitride, etc. may use other dielectric materials. Moreover, the above-mentioned reflective film 5 is for reflecting the light by which incidence was carried out, for example, consists of aluminum. Moreover, the above-mentioned protective coat 6 is for protecting a dielectric film 2, the record layer 3, a dielectric film 4, and the reflective film 5, for example, consists of ultraviolet-rays hardening resin. Although the thickness of these each class can be set as arbitration, it specifically sets [the thickness of a dielectric film 2] thickness of 50nm and the reflective film 5 to 30nm for the thickness of 70nm and a dielectric film 4.

[0016] In addition, although premised on the light for record playback being irradiated from the transparence substrate 1 side here, it is also possible to consider as a configuration with which the light for record playback is irradiated by reverse from a protective coat 6 side. In that case, it differs from the above-mentioned configuration that the lamination of the record layer 3 later mentioned in that the formation location of the reflective film 5 comes between a dielectric film 2 and the transparence substrate 1 and a list becomes reverse.

[0017] And magneto-optic-recording data medium by which this invention is applied is magneto-optic-recording data medium by which a signal is reproduced with a DWDD method, and the record layer 3 consists of three layers, the displacement layer 11, the switch layer 12, and the memory layer 13. That is, as shown in drawing 1, the laminating of the magnetic layer, the displacement layer 11, the switch layer 12, and the memory layer 13, of three layers is carried out, and the record layer 3 is constituted from a playback light incidence side by these. In addition, although explained as that whose record layer 3 is a three-tiered structure, the record layer 3 may be made into the structure of four or more layers here that magneto-optic-recording data medium by which this invention is applied should just be made as [reproduce / by the DWDD method / a signal].

[0018] The following properties are required in order to make it each magnetic layers 11, 12, and 13 which constitute the above-mentioned record layer 3 as [reproduce / with a DWDD method / a signal].

[0019] First, although it is the displacement layer 11, sufficient signal needs to be reproduced also in the temperature at the time of playback, therefore this displacement layer 11 has a high Curie temperature, and needs for a car angle of rotation to be large. Curie-temperature TC1 of the displacement layer 11 at least must be higher than Curie-temperature TC2 of the switch layer 12.

[0020] moreover, it must be made as [move / easily / when switched connection with the switch layer 12 goes out at the time of playback / the displacement layer 11 / a magnetic domain wall], and magnetic domain wall coercive force is small — if it kicks, it will not become. As for the magnetic domain wall coercive force of the displacement layer 11, specifically, it is desirable that it is 1 or less kOe.

[0021] Moreover, as for the displacement layer 11, consisting of a small material of saturation magnetization is desirable so that migration of a magnetic domain wall may not be barred by the floating magnetic field of itself. Specifically, the saturation magnetization of a

displacement layer is 100 emu/cc. It is desirable that it is the following.

[0022] Moreover, if the thickness of the displacement layer 11 is more than thickness to which a car angle of rotation is sufficient for being saturated, it is enough and, specifically, 20nm - its about 40nm is desirable.

[0023] As a material of the above displacement layers 11, GdFeCo, GdFeCr, etc. are mentioned, for example.

[0024] Next, although it is the switch layer 12, since the role which intercepts the switched connection of the displacement layer 11 and the memory layer 13 at a fixed temperature is borne, this switch layer 12 needs to have predetermined Curie-temperature TC2 which hits that laying temperature.

[0025] Moreover, the thickness of the switch layer 12 is required for homogeneity and the degree which can be intercepted certainly in the switched connection of the displacement layer 11 and the memory layer 13, and, specifically, it is desirable that it is about 5nm or more. However, since there is no merit even if the thickness of the switch layer 12 is too thick not much, it is desirable to be referred to as about 20nm or less.

[0026] As a material of the above switch layers 12, TbFe, TbFeCr, etc. are mentioned, for example.

[0027] Next, although it is the memory layer 13, this memory layer 13 is a layer holding a record magnetic domain, and must hold a minute record magnetic-domain configuration to stability also at the time of playback. Therefore, the Curie-temperature TC3 must be two or more Curie-temperature TCs of the switch layer 12, and it is desired for coercive force and a vertical magnetic anisotropy to be large so that, as for the memory layer 13, a still minuter record magnetic domain can be held to stability.

[0028] Moreover, as for the thickness of the memory layer 13, it is desirable to consider as the thickness which can hold a record magnetic domain to stability, and, specifically, 60nm - its about 100nm is desirable.

[0029] As a material of the above memory layers 13, TbFeCo, TbFeCoCr, etc. are mentioned, for example.

[0030] Below, the actuation at the time of reproducing a signal with a DWDD method from magneto-optic-recording data medium is explained with reference to drawing 2 thru/or drawing 10 which showed each magnetic layers 11 and 12 which constitute the record layer 3, and a concrete example of transition of magnetization of 13. In addition, magneto-optic-recording data medium shall move leftward in drawing by revolution of a disk as data medium here supposing a disk-like thing at the time of record playback.

[0031] In this magneto-optic-recording data medium, as shown in drawing 2, in ordinary temperature and the temperature at the time of playback, it is perpendicularly suitable [each magnetic layer (the displacement layer 11, the switch layer 12, memory layer 13) of three layers which constitutes the record layer 3 is perpendicular magnetic anisotropy films, and / those magnetization] to a film surface at least. And as switched connection acts between the layers of each magnetic layers 11, 12, and 13 which constitute the record layer 3, therefore it is shown in drawing 2 in the usual condition, the direction of the spin of each magnetic layers 11, 12, and 13 has gathered. In addition, in drawing 2 thru/or drawing 10, the arrow head which turned to the vertical direction shows the direction (for example, the magnetization directions which are transition metals, such as Fe or Co) of the spin of each magnetic layer.

[0032] The optical modulation recording system or magnetic field modulation recording method used for the usual magneto-optic recording is used for record over this magneto-optic-recording data medium. And the record over this magneto-optic-recording data medium is mainly made to the memory layer 13, and when the sense of the spin of the memory layer 13 is imprinted by the switch layer 12 and the displacement layer 11, record completes it. Namely, as shown, for example in drawing 2, the record magnetic domains a1, a2, and a3 and ... are recorded on the memory layer 13 by the magneto-optic recording. While those record MAG a1, a2, and a3 and ... are imprinted by the switch layer 12 and the displacement layer 11, consequently magnetic domains b1, b2, and b3 and ... are formed in the switch layer

12 Magnetic domains c1, c2, and c3 and ... are formed in the displacement layer 11.

[0033] And in case a signal is reproduced from this magneto-optic-recording data medium, as shown in drawing 3, the playback light L is irradiated from the side in which the displacement layer 11 is formed. By the exposure of this playback light L, the temperature of magneto-optic-recording data medium rises. That is, as shown in drawing 3, the temperature of data medium of a portion by which the playback light L concerned was irradiated rises by irradiating the playback light L. However, since revolution actuation of the disk is carried out at the time of playback, as for the peak location P of data-medium temperature, the center position S twist of a playback light spot will also be back located a little to the transit direction of the playback light spot concerned.

[0034] It is the switch layer 12 that Curie-temperature TC2 is most set up low among the magnetic layers 11, 12, and 13 of three layers which constitute the record layer 3 by which the playback light L is irradiated here. And by the exposure of the playback light L concerned, the power of the playback light L is set up so that the temperature of the switch layer 12 may exceed Curie-temperature TC2, and so that the temperature of the displacement layer 11 or the memory layer 13 may not exceed those Curie temperature TC1 and TC3. Thus, by setting up the power of the playback light L, by the temperature rise by the exposure of the playback light L, the portion which exceeds Curie-temperature TC2 in the switch layer 12 arises, and magnetization of the portion disappears. In addition, by drawing 3 thru/or drawing 10, temperature exceeds Curie-temperature TC2 of the switch layer 12, a slash is given and the field (a magnetization disappearance field is called hereafter.) where magnetization of the switch layer 12 disappeared is shown.

[0035] The switched connection between the displacement layer 11 and the memory layer 13 stops and working in the field which was able to be warmed to two or more Curie-temperature TCs of the switch layer 12. Here, in the memory layer 13, since it is constituted by a magnetic material with high coercive force with a large magnetic anisotropy, for example, TbFeCo, TbFeCoCr, etc., even if switched connection with other magnetic layers disappears, change does not appear in a record condition. On the other hand, the memory layer 13 has [the displacement layer 11] a magnetic anisotropy and small coercive force conversely, and it is constituted by the material which the magnetic domain wall formed in the perimeter of a record magnetic domain tends to move easily, for example, GdFeCo, GdFeCoCr, etc.

[0036] Therefore, as shown in drawing 3, magnetization of a part of magnetic domains b2 and b3 of the switch layer 12 disappears by the temperature rise by the exposure of the playback light L. If the switched connection between the displacement layers 11 and the memory layers 13 which have the magnetization disappearance field concerned up and down stops working the magnetic domain wall (the example of drawing 3 — the magnetic domain wall mho 1 between the magnetic domain c2 of the displacement layer 11 and a magnetic domain c3) of the displacement layer 11 on the magnetization disappearance field concerned moves in the direction where magnetic energy becomes low. It is in the condition which has the magnetic domain wall mho 1 concerned in the location where temperature is high that magnetic energy becomes low. Therefore, the magnetic domain wall mho 1 concerned will be in the condition that it moves toward the peak location P of data-medium temperature, consequently is shown in drawing 4, as [show / in the arrow head M1 in drawing 3].

[0037] When a magnetic domain wall mho 1 moves toward the peak location P of data-medium temperature in the displacement layer 11, as shown in drawing 4, the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 will be expanded. That is, in the transit direction front of a playback light spot, the magnetic domain wall mho 1 of the displacement layer 11 moves in the direction of a spot center, and the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 is expanded. Consequently, since the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 which contributes to playback is expanded even if the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 is minute, a big regenerative signal comes to be acquired.

[0038] Then, if between [all] the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 and the magnetic domains c3 of the displacement layer 11 become a magnetization disappearance

field with a revolution of a disk as shown in drawing 5, the switched connection between the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 and the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 will go out. Then, the magnetic domain wall mho 2 between the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 and a magnetic domain c4 moves in the direction where magnetic energy becomes low. It is in the condition which has the magnetic domain wall mho 2 concerned in the location where temperature is high that magnetic energy becomes low. Therefore, the magnetic domain wall mho 2 concerned will be in the condition that it moves toward the peak location P of data-medium temperature, consequently is shown in drawing 6, as [show / in the arrow head M2 in drawing 5].

[0039] When a magnetic domain wall mho 2 moves toward the peak location P of data-medium temperature in the displacement layer 11, as shown in drawing 6, the magnetic domain c4 of the displacement layer 11 will be expanded. That is, in the transit direction front of a playback light spot, the magnetic domain wall mho 2 of the displacement layer 11 moves in the direction of a spot center, and the magnetic domain c4 of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a4 of the memory layer 13 is expanded. Consequently, since the magnetic domain c4 of the displacement layer 11 which contributes to playback is expanded even if the record magnetic domain a4 of the memory layer 13 is minute, a big regenerative signal comes to be acquired.

[0040] Then, if between [all] the record magnetic domain a4 of the memory layer 13 and the magnetic domains c4 of the displacement layer 11 become a magnetization disappearance field with a revolution of a disk as shown in drawing 7, the switched connection between the record magnetic domain a4 of the memory layer 13 and the magnetic domain c4 of the displacement layer 11 will go out. Then, the magnetic domain wall mho 3 between the magnetic domain c4 of the displacement layer 11 and a magnetic domain c5 moves in the direction where magnetic energy becomes low. It is in the condition which has the magnetic domain wall mho 3 concerned in the location where temperature is high that magnetic energy becomes low. Therefore, the magnetic domain wall mho 3 concerned will be in the condition that it moves toward the peak location P of data-medium temperature, consequently is shown in drawing 7, as [show / in the arrow head M3 in drawing 7].

[0041] When a magnetic domain wall mho 3 moves toward the peak location P of data-medium temperature in the displacement layer 11, as shown in drawing 7, the magnetic domain c5 of the displacement layer 11 will be expanded. That is, in the transit direction front of a playback light spot, the magnetic domain wall mho 3 of the displacement layer 11 moves in the direction of a spot center, and the magnetic domain c5 of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a5 of the memory layer 13 is expanded. Consequently, since the magnetic domain c5 of the displacement layer 11 which contributes to playback is expanded even if the record magnetic domain a5 of the memory layer 13 is minute, a big regenerative signal comes to be acquired.

[0042] As mentioned above, even if the record magnetic domain which the magnitude of a record magnetic domain is expanded effectually and formed in the memory layer 13 by this magneto-optic-recording data medium of the domain wall displacement of the displacement layer 11 in the field in which film temperature became two or more Curie-temperature TCs of the switch layer 12 is minute, it is possible to acquire a big regenerative signal. That is, it is possible to reproduce a signal also from the detailed record magnetic domain which cannot be reproduced in the usual optical system by a series of domain-wall-displacement actuation as shown in drawing 8 from drawing 3.

[0043] By the way, if the left end of the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 passes through the left end location of the magnetization disappearance field of the switch layer 12 as a disk rotates further and it is shown in drawing 9 after that, temperature will fall and magnetization of the switch layer 12 will be recovered. Then, the spin of the same direction as the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 arises in the switch layer 12, and the spin of the same direction also as the displacement layer 11 arises by the switched connection of the switch layer 12 and the displacement layer 11 further. Consequently, the magnetic domain c3 corresponding to the record magnetic domain a3 of

the memory layer 13 is again formed in the displacement layer 11, and new magnetic domain wall mhoa arises in the displacement layer 11.

[0044] Then, magnetic energy also moves magnetic domain wall mhoa produced here to the location used as min. It is in the condition which has the magnetic domain wall mhoa concerned in the location where temperature is high that magnetic energy becomes low. Therefore, migration of magnetic domain wall mhoa at this time will be migration in the direction of a spot center, and if it puts in another way, it will be migration in the direction to which the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 is made to expand. Namely, the magnetic domain wall mhoa concerned will be in the condition that it moves toward the peak location P of data-medium temperature, consequently is shown in drawing 10, as [show / in the arrow head M4 in drawing 9].

[0045] When magnetic domain wall mhoa moves toward the peak location P of data-medium temperature in the displacement layer 11, as shown in drawing 10, the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 will be expanded again. That is, in the transit direction back of a playback light spot, magnetic domain wall mhoa of the displacement layer 11 moves in the direction of a spot center, and the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 is expanded again. Consequently, as for close, the magnetic domain c3 of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 which playback has already completed will come in a playback light spot again. Therefore, the signal corresponding to the magnetic domain c3 by which close came for the regenerative signal in the playback light spot again will also appear. This is a ghost signal.

[0046] Thus, since amplification actuation of the record magnetic domain concerned arises also in the back field of a playback light spot at the time of the signal regeneration by the DWDD method once a record magnetic domain passes a playback light spot, the signal already once reproduced in the front field of a playback light spot will be reproduced again. That is, by the DWDD method, two signals with which time amount shifted are detected to one record magnetic domain. Among these, since not being reproduced originally is desirable as for the 2nd signal, it is called a ghost signal.

[0047] Here, paying attention to one record magnetic domain, an example of the result of having measured time amount change of the signal acquired from the record magnetic domain concerned is shown in drawing 11. As shown in drawing 11, when a signal is reproduced by the DWDD method, two signals S1 and S2 with which time amount shifted are detected to one record magnetic domain. Here, it is a signal acquired when a magnetic domain is expanded in the front location of the playback light spot transit direction, and properly speaking [the big signal S1 which appears first], it is desirable [the signal] to reproduce only this signal S1. However, the small signal S2 is detected after that. This signal S2 is a signal acquired when a magnetic domain is expanded in the back location of the playback light spot transit direction, and this is a ghost signal.

[0048] Since the ghost signal produced when a DWDD method is adopted as mentioned above and a signal is reproduced serves as a noise of a regenerative signal, it serves as hindrance when adopting a DWDD method and attaining high recording density-ization. However, a ghost phenomenon is not produced when the period of the record magnetic domain currently formed in the memory layer 13 is short enough, since the field which is carrying out switched connection to the displacement layer 11 must be more than a certain amount of length in order for a magnetic domain wall to move in the displacement layer 11. This is explained with reference to drawing 9.

[0049] If the left end of the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 passes through the left end location of the magnetization disappearance field of the switch layer 12 as shown in drawing 9, the magnetic domain c3 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 will be formed in the displacement layer 11. However, formation of the magnetic domain c3 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 is not immediately made, when the left end of the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 passes through the left end location of a magnetization disappearance field.

That is, the left end of the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 passes a magnetization disappearance field, in the phase in which the field which magnetization of the switch layer 12 recovered on the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 became large enough, a magnetic domain c3 is formed in the displacement layer 11, and migration of magnetic domain wall mhoa of the magnetic domain c3 concerned starts.

[0050] Thus, the left end of the record magnetic domain a3 of the memory layer 11 passes through the left end location of a magnetization disappearance field, and produces migration of magnetic domain wall mhoa in the back location of the playback light spot transit direction after a while. Therefore, when the period of the record magnetic domain currently formed in the memory layer 13 is short enough, the magnetic domain c3 of close coming in a playback light spot again of the displacement layer 11 corresponding to the record magnetic domain a3 of the memory layer 13 which playback has already completed (namely, when a record mark is small enough) is lost in the back location of a playback light spot.

[0051] As mentioned above, if a record mark is made small enough and the period of a record magnetic domain is shortened enough, in order to verify that a ghost signal stops appearing, the signal was actually reproduced about the case where record mark length is set to 0.3 micrometers, the case where record mark length is set to 0.2 micrometers, and the case where record mark length is set to 0.1 micrometers. And although the ghost signal was detected when it investigated whether a ghost signal would be detected, and record mark length was 0.3 micrometers, as for the ghost signal, record mark length was not detected at the time of 0.2 micrometers or 0.1 micrometers. When making the record mark small enough and shortening the period of a record magnetic domain enough from this, a ghost signal ceased to appear and it specifically turned out that about 0.2 micrometers or less, then the effect of a ghost signal are [record mark length] avoidable.

[0052] As mentioned above, a ghost phenomenon is not produced when the period of the record magnetic domain currently formed in the memory layer 13 is short enough. So, in recording a signal on magneto-optic-recording data medium, in this invention, a digital signal is recorded by the mark position recording method which is made to modulate the gap of a record mark and records a signal.

[0053] When recording a digital signal on high density to magneto-optic-recording data medium conventionally, the mark edge recording method which modulates record mark length and records a signal was adopted. When not adopting a DWDD method since it can advance high density record-ization even if a record mark long in comparison is used for a mark edge recording method, and attaining high recording density-ization, it was effective.

[0054] However, by the mark edge recording method, since record mark length is modulated, two or more record marks from which length differs from a short record mark to a long record mark will be used. Therefore, when it was going to reproduce the signal recorded by the mark edge recording method by the DWDD method, a ghost signal which the long record mark mentioned above by the way tended to appear. Therefore, in having recorded by the mark edge recording method, even if it adopted the DWDD method as playback of a signal, it was difficult to advance high recording density-ization.

[0055] On the other hand, the mark position recording method is adopted in this invention. Since information will be given to the gap of a record mark and a record mark by the mark position recording method, the record mark to be used is good by the record mark fixed [mark length] and short. Then, if the record mark length is made short enough to the degree in which a ghost signal does not appear, even if it adopts a DWDD method, it will be lost that a ghost signal appears and a good regenerative signal will come to be acquired. Therefore, in a DWDD method, by adopting a mark position recording method, the effect of a ghost signal is avoided and it becomes possible to advance high recording density-ization.

[0056] In addition, if record mark length is 0.2 micrometers or less as the result of the experiment mentioned above also shows, a ghost signal will cease to appear. Therefore, in adopting a mark position recording method, it is desirable to set the record mark length to 0.2 micrometers or less.

[0057] By the way, in a mark position recording method, in order to attain further high

recording density-ization, to shorten record mark length more is desired. And it is modification in the direction where a ghost signal stops appearing to shorten record mark length. Therefore, it is dramatically effective to adopt a mark position recording method in a DWDD method also from this point, when advancing further high recording density-ization.

[0058] Below, a concrete example is given and explained about the record playback by the mark position recording method. In addition, although the example which used the RLL (1 7)

modulation technique is given, in this invention, especially the modulation technique of a digital signal is not limited and can adopt the modulation technique of arbitration here.

[0059] First, a record process is explained, referring to drawing 12 and drawing 13. In addition, if mark position record is performed, what kind of method will be sufficient as the signal-processing method in a record process, and it will not be limited to a method which is explained below.

[0060] At the time of record, first, with an encoder 21, the input data bit train which consists of "0" and "1" is modulated to the modulation (1 7) data A1 of NRZ (Non Return to Zero), as shown in drawing 12 (a). Next, with the amplifier 22 for record, the modulation data A1 concerned is changed into square wave-like record current A2, as shown in drawing 12 (b), and the record current A2 concerned is supplied to an optical pickup 23. And an optical pickup 23 impresses a magnetic field to magneto-optic-recording data medium while it carries out outgoing radiation of the laser beam from a laser diode LD and irradiates the laser beam concerned at magneto-optic-recording data medium based on record current A2, and as shown in drawing 12 (c), it records a record mark by the magneto-optic recording to magneto-optic-recording data medium.

[0061] At this time, it records that each record mark corresponds to "1" of modulation data, respectively on magneto-optic-recording data medium. By this, much record marks of short fixed mark length will be recorded on magneto-optic-recording data medium, and the gap of an adjacent record mark will show information to it. In addition, in recording a record mark on magneto-optic-recording data medium by the mark position recording method in this way, as mentioned above, it is desirable [the mark length of those record marks] to be referred to as 0.2 micrometers or less. In addition, the magnetic field modulation technique which sends and records record current A2 on the magnetic head is sufficient as the recording method at this time.

[0062] Below, a renewal process is explained, referring to drawing 12 and drawing 14. In addition, if it seems that the signal-processing method in a renewal process detects the center position of the record mark recorded by the mark position recording method, what kind of method will be sufficient as it, and it will not be limited to a method which is explained below.

[0063] At the time of playback, a DWDD method which was mentioned above by the optical pickup 23 detects the record mark currently first recorded on magneto-optic-recording data medium as shown in drawing 12 (c). At this time, an optical pickup 23 detects the reflected light from magneto-optic-recording data medium using Photodiode PD. And the output from Photodiode PD is changed into a voltage signal while it is amplified by the amplifier 24 for playback, and it is outputted as a wave-like regenerative signal B1 as shown in drawing 12 (d). Here, the good regenerative signal B1 is acquired, without being influenced of a ghost, even if it adopts a DWDD method and reproduces since the record mark currently recorded on magneto-optic-recording data medium is a record mark of short and fixed mark length.

[0064] And a high frequency component decreases the regenerative signal B1 outputted from the amplifier 24 for playback with a low pass filter 25, and after considering as wave-like signal B-2 as shown in drawing 12 (e), it is supplied to a differentiator 26 and the 1st discriminator 27, respectively. Here, a differentiator 26 asks for the differential component of signal B-2 which has passed the low pass filter 25, generates the differential signal B3 as shown in drawing 12 (f), and supplies the differential signal B3 concerned to the 2nd discriminator 28.

[0065] And the 1st discriminator 27 generates binary-ized signal B4 as shown in drawing 12 (g) from signal B-2 which has passed the low pass filter 25, and the 2nd discriminator 28

generates binary-ized signal B5 as shown in drawing 12 (h) from the differential signal B3 supplied from the differentiator 26. In addition, let mostly discrimination level of the discriminators 27 and 28 at this time be an amplitude center.

[0066] Next, binary-ized signal B4 generated by the comparator 29 by the 1st discriminator 27 is compared with binary-ized signal B5 generated by the 2nd discriminator 28, and regenerative-signal pulse B6 as shows those duplication signal components to ejection and drawing 12 (i) is generated.

[0067] Regenerative-signal pulse B6 corresponding to the data recorded as mentioned above is obtained. However, this regenerative-signal pulse B6 is not used as playback data as it is, but further, a playback clock is extracted, a synchronization is taken with the playback clock concerned using this regenerative-signal pulse B6, by PLL (Phase Locked Loop)33 which consists of a phase comparator 30, a low pass filter 31, and a voltage controlled oscillator 32, and the synchronous processing circuit 34 generates the playback data B7 as shown in drawing 12 (j). And the data bit train of a basis is reproduced by decoding this playback data B7 with a decoder 35.

[0068] As mentioned above, a good regenerative signal is acquired, without being influenced of a ghost, even if it reproduces a signal by the DWDD method since the record mark recorded on magneto-optic-recording data medium turns into only a record mark of short and fixed mark length when a mark edge recording method performs record playback. Therefore, the effect of a ghost signal is avoided and it becomes possible to attain further high recording density-ization because it is made to perform record playback by the mark edge recording method.

[0069] [Effect of the Invention] As explained to details above, according to this invention, the ghost phenomenon in a DWDD method can be canceled and it becomes possible to attain further high recording density-ization of magneto-optic-recording data medium.

[Translation done.]

recording density-ization, to shorten record mark length more is desired. And it is modification in the direction where a ghost signal stops appearing to shorten record mark length. Therefore, it is dramatically effective to adopt a mark position recording method in a DWDD method also from this point, when advancing further high recording density-ization.

[0058] Below, a concrete example is given and explained about the record playback by the mark position recording method. In addition, although the example which used the RLL (1 7) modulation technique is given, in this invention, especially the modulation technique of a digital signal is not limited and can adopt the modulation technique of arbitration here.

[0059] First, a record process is explained, referring to drawing 12 and drawing 13. In addition, if mark position record is performed, what kind of method will be sufficient as the signal-processing method in a record process, and it will not be limited to a method which is explained below.

[0060] At the time of record, first, with an encoder 21, the input data bit train which consists of "0" and "1" is modulated to the modulation (1 7) data A1 of NRZ (Non Return to Zero), as shown in drawing 12 (a). Next, with the amplifier 22 for record, the modulation data A1 concerned is changed into square wave-like record current A2, as shown in drawing 12 (b), and the record current A2 concerned is supplied to an optical pickup 23. And an optical pickup 23 impresses a magnetic field to magneto-optic-recording data medium while it carries out outgoing radiation of the laser beam from a laser diode LD and irradiates the laser beam concerned at magneto-optic-recording data medium based on record current A2, and as shown in drawing 12 (c), it records a record mark by the magneto-optic recording to magneto-optic-recording data medium.

[0061] At this time, it records that each record mark corresponds to "1" of modulation data, respectively on magneto-optic-recording data medium. By this, much record marks of short fixed mark length will be recorded on magneto-optic-recording data medium, and the gap of an adjacent record mark will show information to it. In addition, in recording a record mark on magneto-optic-recording data medium by the mark position recording method in this way, as mentioned above, it is desirable [the mark length of those record marks] to be referred to as 0.2 micrometers or less. In addition, the magnetic field modulation technique which sends and records record current A2 on the magnetic head is sufficient as the recording method at this time.

[0062] Below, a renewal process is explained, referring to drawing 12 and drawing 14. In addition, if it seems that the signal-processing method in a renewal process detects the center position of the record mark recorded by the mark position recording method, what kind of method will be sufficient as it, and it will not be limited to a method which is explained below.

[0063] At the time of playback, a DWDD method which was mentioned above by the optical pickup 23 detects the record mark currently first recorded on magneto-optic-recording data medium as shown in drawing 12 (c). At this time, an optical pickup 23 detects the reflected light from magneto-optic-recording data medium using Photodiode PD. And the output from Photodiode PD is changed into a voltage signal while it is amplified by the amplifier 24 for playback, and it is outputted as a wave-like regenerative signal B1 as shown in drawing 12 (d). Here, the good regenerative signal B1 is acquired, without being influenced of a ghost, even if it adopts a DWDD method and reproduces since the record mark currently recorded on magneto-optic-recording data medium is a record mark of short and fixed mark length.

[0064] And a high frequency component decreases the regenerative signal B1 outputted from the amplifier 24 for playback with a low pass filter 25, and after considering as wave-like signal B-2 as shown in drawing 12 (e), it is supplied to a differentiator 26 and the 1st discriminator 27, respectively. Here, a differentiator 26 asks for the differential component of signal B-2 which has passed the low pass filter 25, generates the differential signal B3 as shown in drawing 12 (f), and supplies the differential signal B3 concerned to the 2nd discriminator 28.

[0065] And the 1st discriminator 27 generates binary-ized signal B4 as shown in drawing 12 (g) from signal B-2 which has passed the low pass filter 25, and the 2nd discriminator 28